ZEITSCHRIFT

FÜR PHYSIK UND MATHEMATIK.

PHYSIKALISCHE ABTHEILUNG.

I. Neue Versuche über die Veränderung des Ausschlagwinkels oscillirender Magnetnadeln durch nahe Körper, von A. Baumgartner.

1.

Eine Entdeckung, welche lehrt, dass ein Naturgegesetz, dem man nur einige Körper unterworfen glaubte, seine Herrschaft über alle ausübe, oder dass eine Erscheinung, die man seit langem nur an wenigen Körpern wahrnahm, sich an allen bemerken lasse, ist immer ein sehr grosser Gewinn für die Wissenschaft, selbst wenn sich daraus keine unmittelbaren practischen Anwendungen ergeben. Darum müssen die Forschungen über die Einwirkung bewegter Körper auf Magnetnadeln oder der bewegten Magnetnadeln auf nahe Körper jeden Freund der Wissenschaft in hohem Grade interessiren.

2.

Bekanntlich hat es schon Coulomb durch seine Versuche über die Schwingungen von Körpern in der

Nähe von Magneten sehr wahrscheinlich gemacht, dass jeder Stoff des Magnetismns fähig sey, und dass Eisen, Nickel, Kobalt nicht die einzigen, sondern nur die stärksten Magnete vorstellen; Hansteen, der mit unermüdlichem Eifer die Gesetze des Erdmagnetismus zu erforschen sucht, hat so manche Thatsache zu Tage gefördert, welche die Schlüsse Coulombs über die Empfänglichkeit aller Körper für Magnetismus begünstiget; endlich hat die Entdeckung des Electromagnetismus uns an jedem guten Leiter der Electricität einen vorübergehenden Magnet kennen gelehrt; so dass wohl die Behauptung, alle Körper seyen des Magnetismus fähig, fast eben sowohl begründet zu seyn scheint, als die seit der Kindheit der Physik viele hundert mal wiederhohlte Behauptung: alle Körper seyen porös. Dessungeachtet blieb noch immer der Wunsch übrig, ein Mittel kennen zu lernen, welches die magnetische Wirkung der Körper verstärkt darstellt. Dieses Mittel fand Arago in der Bewegung. Diese scheint für schwache magnetische Kräfte das zu seyn, was für kleinere Körper ein Microscop ist.

3.

Bekanntlich lässt sich dieses Mittel auf zweierlei Weise anwenden, nämlich indem der Körper, an dem man durch blosse Annäherung eines Magnetes keine Spur von Magnetismus bemerkt, in eine drehende Bewegung versetzt, und seine Einwirkung auf eine nahe Magnetnadel beobachtet wird, oder indem man eine Magnetnadel über diesem Körper oscilliren lässt, deren Oscillationen man für den Fall kennt, wo keine

solche einwirkende Masse in der Nähe ist, und die Aenderungen bemerkt, welche die Anwesenheit des zu prüfenden Körpers hervorbringt. Diese beiden Mittel beruhen zwar auf demselben Grunde, sind aber doch nicht von gleicher Empfindlichkeit. Es ist kein Zweifel, dass das letztere bei feinen Untersuchungen den Vorzug der grösseren Empfindlichkeit und Leichtigkeit in der Anwendung habe, und ungefähr dasselbe für die magnetische Kraft sey, was Schweiggers Multiplication für den electrischen Strom ist.

4.

Die Ursache dieser Vorzüge liegt in der Natur der schwingenden Bewegung und in der günstigeren Beschaffenheit der Nebenumstände. So klein auch der Einfluss auf eine einzelne Schwingung seyn mag, so wird er doch bei einer grossen Anzahl von Schwingungen leicht bemerkbar, gleich wie die kleinsten Unterschiede in die Grösse der irdischen Schwere aus zahlreichen Pendelschwingungen leicht erkannt werden. Da die Rotation einer Masse, welche der Einwirkung eines Magnetes Preis gegeben ist, mit grosser Geschwindigkeit vor sich gehen muss, wenn die Wirkung gross oder in manchem Falle auch nur unzweideutig seyn soll; so hat man grosse Sorge zu tragen, dass die damit verbundene Erschütterung sich nicht dem Magnete mittheile, und den Beobachter täusche; man muss ihn vom rotirenden Körper durch einen Schirm trennen, und kann daher oft die Entfernung beider Körper nicht klein genug machen, um diese Einwirkung bis zur Wahrnehmbarkeit zu steigern.

5.

Diese grössere Empfindlichkeit oscillirender Magnete gegen nahe Körper bewährt sich auch vollkommen in der Erfahrung. Bekanntlich konnten Babbage, Herschel, Colladon und Prêvost, Nobili und Bacelli an Glas, Harz und andern schlechten Leitern der Electricität durch Rotationsversuche keine magnetische Wirkung wahrnehmen, und doch hat Arago mittelst eines oscillirenden Magnetes an Wasser, Eis, Kronglas etc. unzweideutige Zeichen solcher Wirkungen erfahren. Nobili und Bacelli bemerkten nicht einmal an sogenannten electrischen Halbleitern, z. B. an Holz, Spuren magnetischer Affectionen, während doch Oscillationsversuche nicht blos eine solche Einwirkung überhaupt, sondern sogar eine Verschiedenheit dieser Wirkungen bei wenig von einander verschiedenen Körpern derselben Art, wie z. B. bei verschiedenen Holzstücken zeigen. Ich machte einige Versuche über die Verminderung des Ausschlagwinkels einer oscillirenden Magnetnadel durch hölzerne darunter gestellte ruhende Scheiben. Die Magnetnadel von 3 Z. Länge, welche sich in einem hohen gläsernen Recipienten befand, und mittelst eines ungemein feinen Fadens aufgehängt war, wurde, nachdem sie im magnetischen Meridian ruhte, durch einen von aussen genäherten Magnet aus ihrer Lage gebracht, und die Anzahl den Schwingungen (ich verstehe unter einer Schwingung immer die Bewegung von der grössten östlichen bis zur grössten westlichen Abweichung vom magnetischen Meridian) gezählt, die sie machen musste, bis der Ausschlagwinkel von 20 Grade östlich oder westlich angefangen, um 10° vermindert war. In

der Entfernung von 6 W. Z. vom hölzernen Boden des Cylinders erfolgte diese Verminderung nach 106 Oscillationen. Dieselbe fand aber Statt, wenn in der Entfernung von 1 L. angebracht war: eine drei Zoll im Durchmesser haltende Scheibe

von Fichtenholz,	6 L. dick,	nach	78	Schwingungen
— —	— $4\frac{1}{2}$	— —	— 82	— —
— Ahorn	6 —	— —	79	— —
— —	$1\frac{1}{2}$ —	— —	83	— —
— Eichen	6 —	— —	74	— —
— —	$\frac{1}{2}$ —	— —	81	— —
— Weitzenbrot	3 —	— —	89	— —

6.

Unter diesen Umständen konnte man wohl voraussetzen, dass sich auf diesem Wege die Gesetze der Einwirkung der Körper auf Magnete leichter und genauer erforschen lassen werden, als durch Rotationsversuche. Ich unternahm es, über einige Puncte genaue Versuche anzustellen, und zwar über den Einfluss der Entfernung, der Dicke und Continuität der Masse, der Geschwindigkeit und der Stärke der Magnetnadel und über das Verhalten kupferner schwingender Körper über Kupferscheiben.

7.

Der Apparat, dessen ich mich bediente, besteht aus einem $3\frac{1}{3}$ Z. weiten, $13\frac{1}{2}$ Z. hohen ganz offenen Glascylinder A (Fig. 1.), der in der untern Hälfte eine mit Diamant verzeichnete Kreistheilung a b hat, bei welcher die Theilstriche $1\frac{1}{2}$ Z. lang sind. Er ist oben und unten senkrecht auf seine Axe wohl abgeschlif-

fen, und kann im Nothfalle auch auf den Teller einer Luftpumpe gesetzt werden. Bei meinen Versuchen ruhte er auf einem hölzernen Postamente B, dem man durch Stellschrauben die nöthige horizontale Lage geben konnte. Oben befindet sich ein messingener Deckel C, in dessen untere Fläche eine kleine kreisförmige Rinne eingedreht ist, um fest auf den Cylinder zu passen und unverrückt seine Lage beizubehalten. In der Mitte ist er durchbohrt und mit einer Hülse versehen, die ein viereckiges Loch hat und einen prismatischen 4 Z. langen Stab cd aufnimmt, der darin auf- und abgehoben werden kann und in jeder Lage durch blosse Reibung fest hält. Er ist der Länge nach mit einer in Linien getheilten Scale versehen. Ihm zur Seite und zwar fest an der Hülse befindet sich der Nonius e, mittelst welchem man $\frac{1}{10}$ einer W. Linie genau ablesen, $\frac{1}{20}$ aber noch schätzen kann. Am untern Ende des Stabes cd ist in der Richtung seiner Axe eine einfache Leinfaser f befestiget, welche bekanntlich mittelst eines Microscopes bandförmig erscheint und dessen breitere Seite 0.027 W. L. beträgt. Seine Länge betrug 7 Z. An seinem untern Ende trägt er die horizontal schwebende Magnetnadel gh.

8.

Fast zu allen Versuchen wurden kupferne kreisrunde Scheiben von 3 Z. Durchmesser und Magnetnadeln von 3 Z. Länge gebraucht.

Um den Einfluss der verschiedenen Entfernung der Metallscheiben auf die Schwingung der Magnetnadel zu erfahren, nahm ich eine Nadel von 1 Quadratlinie Querschnitt, die völlig prismatisch war, nur

an beiden Enden lief sie plötzlich keilförmig zu, um eine scharfe Kante zu geben, deren Coincidenz mit einem Theilstriche am Glascylinder scharf beobachtet werden konnte. Das Auge wurde so gehalten, dass der Theilstrich der Scale, auf den es ankam, mit der Axe der Nadel in einer Ebene lag, und der ganze Apparat stets so gestellt, dass der Faden f mit der Axe des Cylinders zusammenfiel. Als Träger der Metallplatten wurde eine dünne Zugröhre aus Pappe verwendet, wie man sie zu den gemeinsten Fernröhren braucht, deren Einwirkung auf die Magnetnadel zwar nicht ganz unmerklich, aber doch gegen die des Kupfers sehr klein war. Zuerst schwang die Magnetnadel über der Papierröhre, und es wurde die Zahl der Schwingungen gezählt, nach welcher der halbe Schwingungsbogen von 18° auf 9° vermindert wurde. Dann legte ich die Metallscheibe auf ihre Unterlage, drückte den Stab cd so weit herab, bis die Magnetnadel gerade die Scheibe berührte, hob ihn dann um die beabsichtigte Grösse, welche sich leicht aus seiner Eintheilung mittelst des fixen Nonius abnehmen liess, brachte die Nadel, nachdem sie im magnetischen Meridian ins Gleichgewicht gekommen war, aus ihrer Lage, und begann zu beobachten.

9.

Die Magnetnadel machte 25 Schwingungen in 1 M. $20\frac{1}{3}$ S. und ihr halber Schwingungsbogen veränderte sich ohne Einfluss eines nahen Körpers ausser des 5 Z. entfernten hölzernen Bodens nach 108 Schwingungen von 18° auf 9°.

In der Nähe kupferner Scheiben ergaben sich

aber folgende Resultate für dieselbe Verminderung des Ausschlagwinkels

Scheibe	Entfernung.	Anzahl der Schwingungen.
von Kupfer 2 L. dick.	1 L.	7.
dieselbe	3.3	29
dieselbe	5.6	61
dieselbe	7.9	88
von Kupf. 0.8 L. dick.	1 L.	11
dieselbe	3.3	47
dieselbe	5.6	71
dieselbe	7.9	96
von Zink 0.3 L. dick.	1 L.	42
dieselbe	3.3	79

Wiewohl es schwer halten dürfte, aus diesen Resultaten das mathematische Gesetz der Zunahme der Oscillationen bei Vermehrung der Distanz abzuleiten, so ergeben sich doch daraus einige nicht unwichtige Resultate. Man sieht, dass die Anzahl der Schwingungen in einem grösseren Verhältnisse wächst, als die Entfernung; dass dieses Gesetz auch von der Dicke der Scheiben abhängt, und dass bei gleichen Aenderungen der Distanz dickere Scheiben eine grössere Aenderung der Schwingungsbogens bewirken, als dünnere, dass erstere bei kleinern Distanzen stärker wirken als leztere, dass aber bei grösseren Entfernungen der Einfluss der Dicke immer geringer wird.

10.

Man sieht zwar schon aus diesen Versuchen, dass die Grösse der Einwirkung einer Metallscheibe auf eine oscillirende Magnetnadel von der Dicke der Scheibe abhängig sey; um aber diesen Umstand noch mehr zu beleuchten, nahm ich 8 Kupferscheiben von 3 Zoll Durchmesser, wovon die dickste 2 L. dick war und mit N. 1 bezeichnet werden soll; die dünnste war 0.8 L. dick und mag mit 8 angedeutet werden, von den 6 übrigen hatte jede eine Dicke von 1 L., alle waren aus einer einzigen Platte geschnitten, sie mögen der Reihe nach 2, 3, 4, 5, 6, 7 heissen. Ich untersuchte nun die Wirkung jeder einzelnen für sich bei gleicher Entfernung von der Magnetnadel und hierauf die aller Combinationen derselben, welche hier mit der jeder Platte entsprechenden Nummer in der Ordnung, wie sie von unten nach oben auf einander lagen, angegeben werden. Wenn mehrere Platten auf einander gelegt waren, betrug die gesammte Dicke mehr als die Summe der einzelnen Dicken, weil die Platten nicht vollkommen eben waren. Die Magnetnadel hatte wieder eine Länge von 3 Z. aber eine Dicke von $1\frac{1}{2}$ L. und eine eben so grosse Breite. Ihre Gestalt war im übrigen ganz der vorigen ähnlich. Sie wurde anfangs nur schwach magnetisirt, und machte 25 Schwingungen in 1 M. 55 S. Sie oscillirte 0.9 L. über den Platten; die Beobachtung begann, wenn der halbe Ausschlagwinkel 20° betrug und wurde beendigt, wenn er um 10° abgenommen hatte. Die Resultate der Versuche sind folgende:

Kupferplatte	Anzahl der Oscillationen.	Dicke der Schichte.
Nro. 1	16	2 L.
2	21	1
8	26	0.8
1 u. 2	17	3.3
1 u. 8	17	3.
8 u. 2	19	2.1
1. 2. 3	15	4.2
1. 2. 8	15	4.
1.2.3.| 8	15	5.5

Demnach wächst die Einwirkung mit der Dicke der Metallschichte bis zu einer gewissen Grösse, über die hinaus die Wirkung keine Verstärkung mehr erleidet.

11.

Nimmt man an, dass die Magnetnadel die Kupferplatten durch Vertheilung magnetisire, wozu man durch anderweitige Versuche berechtigt zu seyn scheint; so wird das hier dargestellte Verhalten wohl begreiflich; denn diese Vertheilung trifft nicht blos die obersten Theile der Scheibe, sondern findet bis zu einer gewissen Entfernung Statt. Man kann aber wohl vermuthen, dass diese Grenze, über die hinaus sich die Wirkung nicht mehr erstreckt, mitunter auch von der Stärke der Magnetnadel abhängen müsse, und dass daher die Vergrösserung der Dicke einer Platte oder eines Systems von Platten, selbst in dem Falle, wo die Wirkung auf e i n e Magnetnadel nicht mehr wächst, die auf eine a n d e r e noch vermehren kann.

Um für diesen Schluss entweder eine empirische

Stütze zu finden, oder ihn zu widerlegen, magnetisirte ich die vorige Magnetnadel stärker, so dass sie 25 Schwingungen in 1 M. 32 S. machte, deren Kraft sich also zu der im vorigen Zustande, wie $115^2 : 92^2 = 13225 : 8464$ oder nahe wie 17 : 10 verhielt. Uebrigens blieb alles wie beim vorigen Versuche, und ich erhielt Folgende Resultate:

Kupferplatte	Anzahl der Oscillationen	Kupferplatte	Anzahl der Oscillationen
Nr. 1	10	1. 2. 3. 8. 5	10
2	13	1. 2. 3. 8. 4. 5. 6	9
8	15	1. 2. 3. 8. 4. 5. 6. 7	9
1 u. 2	8	1. 2. 3. 8. 4. 5. 6. 7	9
1 u. 8	9		
2 u. 3	10		
2 u. 8	11		
1. 2. 3	8		
1. 2. 8	9		
1. 2. 3. 8	9		

Es ist also obige aus blos theoretischen Gründen geschöpfte Vermuthung richtig; allein es zeigt sich dabei eine nicht erklärbare Anomalität. In diesem Falle ist die Einwirkung der Scheiben 1 und 2 am grössten. Bei dickeren Schichten ist sie wieder kleiner, bekommt aber doch bei einer gewissen Schichte einen stationären Werth. Indess kann diese Anomalie von ein Paar Umständen abhängen, die ich anführen muss. Die Platte Nr. 1. besteht aus sehr hartem Kupfer, die übrigen sind auch durch Hämmern steif gemacht, aber doch nicht so hart, als jene; vielleicht bewirkt

der verschiedene Härtegrad diese Abweichung, denn Prêvost und Colladon fanden bei Rotationsversuchen die Wirkung gehämmerter Kupferscheiben stärker als die weicher. Dazu kommt noch, dass die Wirkung einer dicken Scheibe stärker auszufallen scheint als die einer Schichte von mehreren Platten, die zusammen der Dicke jener gleichkommen, und was bei einer Combination mehrerer auf einander liegender Platten Statt findet, ist vielleicht bei einer einzigen gleich dicken Platte nicht der Fall.

12.

Dieser Einfluss des Mangels an Continuität der Masse zeigte sich recht deutlich bei folgendem Versuche. Es wurde eine der Scheiben 2 — 8 nach der Richtung eines Durchmessers entzwei geschnitten, und ihre Wirkung bei übrigens gleichen Umständen mit der einer völlig gleichen Scheibe aus demselben Stück Kupfer verglichen. Die ganze Platte bewirkte eine Veränderung des Ausschlagwinkels um 10° nach 8 Schwingungen; die beiden hart neben einander liegenden Hälften brauchten dazu 10 Oscillationen; es war aber einerlei Wirkung bemerkbar, es mochte die Spalte in der Richtung des magnetischen Meridians oder darauf senkrecht stehen. Jede Hälfte für sich bewirkte dieselbe Veränderung des Ausschlagwinkels nach 22 Schwingungen, auch war es gleichviel, welches der beiden Stücke übrig geblieben war.

13.

Bei den Versuchen über die Ablenkung einer Magnetnadel durch rotirende Körper spielt die Geschwindigkeit, mit welcher die Rotation vor sich geht, eine bedeutende Rolle. Es war demnach zu er-

warten, dass dasselbe auch bei Oscillationsversuchen eintreten wird; allein hier trat die Schwierigkeit in den Weg, den Einfluss der Geschwindigkeit von anderen Einwirkungen zu sondern. Ich liess eine 3 Z. lange Magnetnadel verfertigen, die prismatisch geformt war, aber an den beiden Enden wieder in eine Schneide auslief. Ihre Breite betrug 2.2 Z. ihre Dicke eben so viel. Sie hatte schon beim Ausfeilen einen wiewohl nur sehr geringen Magnetismus angenommen, mittelst welchem sie, an einem feinen, dem eben beschriebenen gleichen Faden aufgehängt zu 25 Schwingungen 9 M. 58 S. brauchte. Es war schwer, die Zahl der Schwingungen nur mässig genau zu bestimmen, nach welchen eine bestimmte Verminderung des Ausschlagwinkels eintrat, aber wie mir schien, übte selbst die Kupferplatte Nr. 1 in grosser Nähe keine merkliche Wirkung darauf aus. Hätte ich sie durch Streichen mehr magnetisirt, so würde sie schneller oscillirt haben, und der Einfluss der Metallscheibe würde schon wohl merklich geworden seyn. Allein es entstünde die Frage, hat hieran die grössere magnetische Kraft oder die grössere Geschwindigkeit Antheil? Um dieses zu beantworten, hing ich die Nadel, statt an den feinen Faden, der die Richtkraft derselben gar nicht merklich vermehrte, an einen bandförmig gewalzten Messingdraht auf, der vermöge seiner Elasticität die Geschwindigkeit der Magnetnadel verstärkte, ohne ihren Magnetismus zu ändern. Sie machte nun 25 Schwingungen in 2 M. $20\frac{2}{3}$ S., und brauchte zur Verminderung des halben Schwingungsbogens von 20° auf 10° ohne Einwirkung der Kupferplatte 160, in der Nähe

derselben aber nur 64 Oscillationen. Als der Faden noch kürzer gemacht, und dadurch die Geschwindigkeit der Schwingungen so gesteigert wurde, dass 25 Oscillationen 1 M, $55\frac{1}{3}$ S. dauerten, trat schon nach 30 Schwingungen obige Verminderung des Schwingungsbogens ein. Es hat also die Geschwindigkeit der Oscillationen einen nicht unbedeutenden Einfluss auf die Grösse der hier besprochenen Wirkung.

14.

Ein elastischer Metallfaden schien mir auch das rechte Mittel abzugeben, um Nadeln, deren Magnetismus geprüft werden soll, aber zu schwach ist, um ihnen eine bestimmte Richtung zu ertheilen, den Versuchen zu unterwerfen: denn es ist klar, dass sich eine Nadel ohne allen Magnetismus, die an einem solchen Faden aufgehängt ist, stets in die Lage begeben wird, wo der Faden nicht gewunden ist, und dass sie sich, wenn sie aus ihrer Lage gebracht wird, durch eine Reihe von Schwingungen, um die Lage des Gleichgewichts in diese wieder versetzen wird. Ich hing daher zuerst eine den früher gebrauchten Magneten ähnliche Kupfernadel auf diese Weise auf, musste aber an dem vorher beschriebenen Apparate eine kleine Aenderung vornehmen, um sie in Schwingungen versetzen zu können. Ich brachte daher an der Deckelplatte C statt der Hülse mit viereckiger Oeffnung eine an, die eine runde Oeffnung hatte, steckte einen runden Stift durch, an dessen unterem Ende der Aufhängungsfaden befestiget war, während das obere Ende in einen hori-

zontalen verschiebbaren Zeiger sich umbog, so wie dieses bei Coulombs electrischer Wage der Fall ist. Wenn die Kupfernadel im Gleichgewichte war, brauchte ich den Zeiger nur um einen beliebigen Winkel zu drehen, und ihn hierauf wieder genau in seine vorige Lage zurückzuführen, und die Oscillationen traten ein. Ich begann die Schwingungen zu zählen, wenn der halbe Schwingungsbogen 70° betrug, und lies ihn bis auf 60° abnehmen. Wiederhohlte Versuche zeigten, dass dieses nach 15 Schwingungen erfolgt, wenn die Kupfernadel frei oscillirte, hingegen nach 14, wenn sie über Kupfer schwang, und gar nach 12, wenn die Entfernung desselben noch geringer war.

Ich schnitt aus einem dünnen Streifen sehr dehnbaren Kupfers eine rhombische Nadel von der Form, wie sie Cap. Kater für Magnetnadeln empfiehlt, und fand, dass der halbe Schwingungsbogen ohne Einfluss des Kupfers von 70° auf 50 vermindert wurde, nach 29 Schwingungen, in der Nähe einer dicken Kupferscheibe schon nach 23.

15.

Nach Arago's Erfahrungen geht von einer rotirenden Kupferscheibe nebst anderen auch eine Kraft aus, welche auf den Pol einer Magnetnadel abstossend wirkt. Es war zu erwarten, dass sich das Daseyn dieser Kraft auch an einer oscillirenden Magnetnadel erkennen lasse. Man konnte vorhinein meinen, durch diese Kraft müsste die Dauer einer jeden Oscillation vermehrt werden, gerade so, wie der aufwärts wirkende (abstossende) Luftdruck die

Schwingungen schwerer Pendel verzögert. Dieses ist der Erfahrung nicht entgegen. Ich befestigte eine Magnetnadel mit einem Pole an zwei divergirende feine Fäden, so dass sie vertical hing, und die Fäden ihr nur in einer Ebene zu oscilliren gestatteten, brachte sie um einen bestimmten Winkel aus der Lage ihres Gleichgewichtes, und liess sie so oscilliren. Geschah dieses ohne Einfluss irgend eines Körpers, so dauerten 150 Schwingungen 2 M. 5 $\frac{2}{3}$ S., wurde eine 1 Zoll dicke Lage von Kupferscheiben unter den Pol gebracht, so dass das unterste Ende der Nadel nur 0.5 L. davon abstand, betrug diese Dauer 2 M. 6 $\frac{1}{3}$ S. Diese kleine Differenz kommt kaum auf Rechnung eines Beobachtungsfehlers, und das Kupfer lässt die Schwingungszeit vertical schwingender Magnete nicht so unverändert, wie die in einer horizontalen Ebene oscillirender. Ueberdiess erleiden auch in verticalen Ebenen oscillirende Magnetnadeln durch nahe Körper eine bedeutende Verminderung im Schwingungsbogen, wie mich directe Versuche lehrten.

16.

Arago vermuthet, dass nicht alle diese Wirkungen von magnetischen Kräften herrühren, und scheint als Grund seiner Vermuthung den Umstand zu betrachten, dass die Wirkung eines Körpers auf eine Magnetnadel blos dadurch aufgehoben wird, dass man zwischen beide Körper einen papiernen Schirm bringt. Allein dieser Grund scheint mir nicht zureichend zu seyn, wiewohl zu erwarten ist, dass der grosse Physiker noch andere Puncte kennt, welche sich mit magnetischen Wirkungen nicht wohl vereini-

gen lassen. Die Wirkung des Kupfers auf eine Magnetnadel hat man bis jetzt allgemein als magnetische Wirkung betrachtet, und doch wird auch diese Wirkung durch einen dicken Kupferschirm aufgehoben, wie die Versuche in 11 lehren. Eine Kupferplatte wirkt (nach 9) noch in der Entfernung von 7. 9 L. auf eine Magnetnadel; und doch bleibt die Wirkung einer 4 L. dicken Lage von Kupferplatten unvermehrt, wenn man sie durch die vorige Scheibe, die nun höchstens 5 L. von dem Magnete absteht, vermehrt; also übt letztere auf den Magnet keine Wirkung mehr aus. Was aber hier vom Kupfer gilt, muss von andern des Magnetismus noch weit weniger empfänglichen Substanzen bei noch viel geringeren Entfernungen Statt finden. Dieser Umstand macht es aber nothwendig, bei Oscillationsversuchen selbst den Luftschirm, der sich zwischen dem Magnet und dem zu prüfenden Körper befindet, zu entfernen, wenn man ganz reine Resultate erhalten will, und wie schon Arago angerathen hat, Versuche im luftleeren Raume anzustellen.

II. Ueber eine neue Classe electrochemischer Erscheinungen von L. Nobili.

(Biblioth. univ. Décemb. 1826.)

Wiewohl die chemische Wirkung der Volta'schen Säule schon mehrere Jahre bekannt ist, so erstrecken sich doch unsere Kenntnisse über diese Art der Zersetzungen nicht sehr weit. Alles, was wir mit Gewiss-

heit wissen, lässt sich auf den bekannten Satz zurückführen, dass sich der Sauerstoff und die Säuren zu dem positiven Pol, der Wasserstoff aber und die alkalischen und metallischen Basen zu dem negativen Pol begeben. Diese Trennung der Elemente fordert, so zu sagen, keine besondere Vorsicht; es reicht hin zu ihrer Hervorbringung, die zu zersetzende Flüssigkeit mittelst zweier Platindrähte, die darein getaucht sind, und zugleich mit den beiden Polen der Säule in Communication stehen, in den electrischen Kreis zu bringen. Ich habe diese ursprüngliche Einrichtung des Apparates abgeändert, und Resultate erhalten, welche ein neues Feld zu Untersuchungen zu eröffnen scheinen. Ich wendete einen Kunstgriff an, welcher dem ähnlich ist, welchen Wollaston zu Hülfe nahm, um das Wasser mittelst der gemeinen Electricität zu zersetzen. Dieser Physiker setzte die Flüssigkeit der Einwirkung electrischer Funken aus, die er aus den Enden zweier sehr feiner mittelst Glasröhren isolirter Drähte zog. Ich habe auf gleiche Weise den von einem Pol kommenden Strom in einem Platindraht concentrirt, dessen Ende in die Flüssigkeit reichte, führe aber den Strom des anderen Poles in einen ausgedehnten Leiter, der an dem in die Flüssigkeit getauchten Ende eine auf seiner Richtung senkrechte Scheibe oder eine Fläche von was immer für einer Gestalt hat, die dem Ende des Platindrahtes nahe gegenübersteht. Der Abstand beider beträgt etwa eine halbe Linie, und lässt sich durch eine besondere Vorrichtung reguliren. Die Erscheinungen, welche ich hier beschreiben will, zeigen sich an der Oberfläche der Platte: sie hängen von der Natur des Leiters ab, und beginnen an dem Puncte,

welcher dem Drahtende gerade gegenübersteht. Letzterer zeigt bei den hier zu erörternden Phänomenen nichts bemerkungswerthes, er braucht nicht geändert zu werden; es ist gut, wegen der längeren Dauer, und um für mehrere Fälle zu dienen, wenn er von Platin, und am Ende fein ausgezogen ist. Die Erscheinungen treten in kurzer Zeit ein, wenige Secunden reichen zu einem Versuche hin, und es wird nur ein mässiger electrischer Strom dazu erfordert; ich erzeugte ihn immer aus 12 kleinen Elementen von 1 Q. Zoll Oberfläche. Ich werde meine Beobachtungen in der Ordnung auseinander setzen, wie ich sie gemacht habe, ohne für jetzt zu sehr ins Einzelne einzugehen, und ohne eine Theorie vorzuschlagen. Diese Darstellung soll nur die Physiker aufmuntern, selbst eine Classe von Erscheinungen zu beobachten und zu verfolgen, die mir neu zu seyn scheint, und die man gar leicht erhalten kann. Diese Erscheinungen ändern sich mit dem Pole, an dem der flache Leiter befestiget ist. Um jeder Irrung vorzubeugen, will ich zu dem Metalle, das zum Versuch genommen wurde, den Namen des Poles setzen, an dem es angebracht war.

Schwefelsaures Kupfer. *) Dieses Salz wurde mit Silber, Platin, Zinn, Wismuth und Messing versucht, aber nur Silber und Messing gaben deutliche Erscheinungen. Auf dem positiven (d. h. mit dem Zinkpole verbundenen) Silber

*) Dieses und alle in dieser Abhandlung vorkommenden Salze waren in destillirtem Wasser aufgelöset, ich nahm auf das Mischungsverhältniss keine Rücksicht, doch wendete ich immer sehr starke Auflösungen an. Diese verschiedenen Präparate verdanke ich der Gefälligkeit und dem Talente des Hrn. Merosi Prof. der Chemie zu Reggio.

formten sich, dem negativen Leitungsdrahte gegenüber, 4 oder 5 concentrische Kreise, die abwechselnd hell und dunkel waren.

Auf negativem (d. i. mit dem Kupferpol verbundenem) Silber bildeten sich gewöhnlich durch Absatz des Kupfers, das von der Zersetzung des Salzes herrührte, 3 concentrische Kreise; der grösste und kleinste derselben war dunkelroth, der mittlere heller, wie die Farbe des Kupfers im metallinischen Zustande und in dem der Oxydation. Ein wenig Salpetersäure greift diese drei Kreise an, die aus Oxyd gebildeten verschwinden fast ganz, der von metallinischem Kupfer erscheint durch Oxyd unterbrochen. Manchmal bilden sich statt dieser 3 Kreise 4 — 5 derselben, deren Farben wie im vorhergehenden Falle abwechseln.

Auf positivem Messing bilden sich verschiedene concentrische Figuren, die wenn man sie mit einem Tuche abwischt, als 5 concentrische Kreise von der Farbe des Messings erscheinen, deren aber einige heller sind als andere, und mit einander abwechseln.

Auf negativem Messing erscheint der Kupferabsatz in Kreisen von 2 Farben wie auf Silber.

Schwefelsaures Zink. Auf positivem Silber erscheint im Mittelpuncte ein dunkler Fleck, dann ein hellgelber Kreis, dann ein schwach blauer und endlich eine schöne ins Gelbe spielende Zone. Auf positivem Messing zeigen sich 5 kleine Kreise von Kupfer mit 2 Farben, einer helleren und einer dunkleren, die mit einander abwechseln. Es scheinen dieses die Farben zu seyn, welche das Kupfer im oxydirten und metallinischen Zustande hat.

Schwefelsaure Magnesia. Auf positivem

Silber 5 concentrische Kreise, wovon ein lichter mit einem dunklen abwechselt. Der 5te ist am ausgezeichnetsten, er ist mit einer blass gelben Glorie umgeben, die sich ins Violette verliert. Die Bildung dieser Kreise ist den mit schwefelsaurem Kupfer erhaltenen ähnlich, jedoch nicht von einerlei Natur.

Auf positivem Messing wechseln 5 kleine helle und dunkle Kreise mit einander ab.

Auf positivem Wismuth erscheinen 4 Kreise, der kleinste ist weiss, der zweite dunkler, der dritte blassgelb, der vierte schwarz. An der negativen Sèite zeigt sich nichts besonderes.

Salpetersaures Wismuth. Auf negativem Gold und Silber erscheinen 4 oder 5 concentrische, verschieden farbige aber nicht ganz deutliche Kreise. Die Farben dieser Kreise scheinen die zu seyn, welche das Wismuth beim Oxydiren annimmt. Ein wenig Salpetersäure bringt in der Mitte das Metall zum Vorschein, das als Leiter gedient hat.

Essigsaures Blei. Auf polirtem Golde und Platin bilden sich in wenigen Augenblicken verschiedene concentrische irisirende Kreise, die so schön sind, wie die Newton'schen Farbenringe. Sie erweitern sich wie Wellen; ihre Lebhaftigkeit und Reinheit hängt grösstentheils von der Politur der Oberfläche ab, auf der sie entstehen. Auf wenig polirten Flächen zeigen sie sich im Allgemeinen schwach und verwirrt. Sie widerstehen einer mässigen Hitze, Salpetersäure macht sie aber ganz verschwinden. Dieser Umstand, verbunden mit anderen Betrachtungen, die sich von selbst dem Geiste darbieten, lassen wenig Zweifel über die Natur des Phänomens zurück; es scheint nur

von dünnen Plättchen herrühren zu können, die sich durch Einfluss des electrischen Stromes an der Oberfläche des Goldes und Platins absetzen.

Wenig abwechselnd und scharf erscheint dieses Phänomen, wenn man die Endpuncte der negativen Seite vermehrt, und sie in regelmässige Gestalten, wie in ein Dreieck, Quadrat etc. bringt. So viel Puncte man da hat, so viele Systeme concentrischer irisirender Ringe erscheinen an der gegenüberstehenden Platte; sie durchkreuzen sich aber nicht, während sie sich erweitern, wie dieses Wellen thun würden, sondern sie erweitern sich bloss, sobald sie sich berührt haben, nach Aussen, und bilden so einen einzigen Umriss. Beim Anblick dieser Erscheinung fallen einem die vibrirenden Flächen von Chladni, Paradisi und Savart bei, die sich am Sande zeigen, der eine vom Mittelpuncte aus in Vibrationen versetzte Fläche deckt.

Positives Silber zeigt auch diese Iris, jedoch viel weniger deutlich als Gold und Platin. Blei, Zinn, Kupfer, Wismuth und Spiessglanz zeigen nichts Merkwürdiges.

Essigsäure. Auf positivem Gold und Silber beobachtet man nichts, ausser dass sie sich etwas färben, wie mit essigsaurem Blei.

Essigsaures Kupfer. Auf positivem Platin, Gold und Silber erscheint nichts, oder fast nichts Merkwürdiges. Nicht so auf diesen negativen Metallen. Auf Silber z. B. bilden sich oft concentrische Kreise, die der Luft ausgesetzt, folgende Farben annehmen: Im Mittelpuncte dunkelblau, dann gelblich roth, hierauf minder dunkelblau, und endlich gelb-

lichroth in einem anderen Tone, das einen etwas breiteren Ring bildet, als der erste ist. Ein wenig Salpetersäure macht den äusseren Ring verschwinden; die drei inneren Kreise zeigen die gewöhnlichen Farben des Kupfers in den zwei Oxydationszuständen und im metallischen. Im Mittelpuncte zeigt sich ein Oxyd, dann das reine Metall, und hierauf wieder ein Oxyd.

Platin und Gold zeigen analoge Erscheinungen.

Essigsaurer Baryt. Auf positivem Gold und Platin erscheint nichts besonders, auf positivem Silber sieht man drei kleine concentrische Kreise, die abwechselnd hell und dunkel sind.

Essigsaures Kali. Auf positivem Gold und Platin erscheint nichts besonderes.

Auf positivem Silber zeigt sich ein dunkler Kreis in der Mitte von drei anderen von vier L. Durchmesser, die von einem sehr glänzenden Silberstreifen umgeben sind, auf welchem eine Glorie mit verschiedenen aber schwachen Farben erscheint. Der dunkle Kreis erhält seine eigene Farbe erst im Augenblicke, wo man die Kette öffnet; man könnte sagen, der Schleier, der die äusseren Kreise deckt, zieht sich ins Centrum zusammen, im Augenblicke, wo die Wirkung des electrischen Stromes aufhört. So scheint es wenigstens dem Auge. Diese letztere Erscheinung verdient Aufmerksamkeit, um so mehr, da sie sich mir nur bei essigsaurem Kali zeigte.

Essigsaures Quecksilber. Es wurde mit Gold und Kupfer versucht, ohne weder an der positiven noch an der negativen Seite etwas besonderes zu zeigen.

Essigsaures Kupfer und Blei mit einander

gemengt. Auf positivem Gold und Platin eine schöne Iris, wie dieses dieselben Metalle an essigsaurem Blei allein zeigen.

Soll wohl dieses Salz das einzige seyn, welches die am schwersten oxydirbaren Metalle färbt? Wenn aber, wie es scheint, die Iris von den electro-negativen Stoffen der Auflösung herrührt, die sich in dünnen Schichten an der Oberfläche der zwei Metalle absetzen, warum geschieht dieses nicht auch mit den anderen Metallen? Dieser Fall gäbe wohl dem Scharfsinne der Chemiker würdigen Stoff zum Nachdenken.

Auf negativem Silber bildet sich eine grosse Anzahl concentrischer Kreise, die gewöhnlich auf folgende Weise angeordnet sind: in der Mitte ein dunkler Kreis, dann ein gelber ins Rothe spielender, dann ein dritter dunkel schwarzer, ein schöner Ring von purem Kupfer, ein anderer schwarzer aber doch minder dunkler als der dritte, und endlich eine Zone von schwacher Kupferfarbe. Eine dünne Schichte Salpetersäure, die man über diese Kreise hingehen lässt, bringt im Centrum den Silberglanz zum Vorscheine, der von vier Kreisen aus Kupfer im Zustande der Oxydation und im metallischen umgeben ist, welche auf die gewöhnliche Weise mit einander abwechseln, aber durch eine oder zwei Schichten von Salpetersäure noch deutlicher hervortreten.

Salzsaures Zinn. Es wurde auf Gold, Wismuth und Stahl im positiven und negativen Zustande untersucht, zeigte aber nichts anders als auf positivem Wismuth die abwechselnd hellen und dunklen Kreise.

Salzsaurer Kobalt. Auf positivem Silber con-

centrische ziemlich deutliche Iris: um sie möglichst schön zu erhalten, muss man einen sehr schwachen electrischen Strom anwenden, wie ihm 4—5 kleine Elemente liefern.

Weinsteinsaures Antimonkali (Brechweinstein). Auf positivem Silber erscheinen 5 Kreise in folgender Ordnung von der Mitte aus: ein dunkler, ein silberfarbner, ein azurblauer ins violette spielender, ein silberweisser, ein violetter nach aussen schwacher

Auf negativem Silber 5 andere concentrische Kreise: schwarz, röthlich gelb, schwarz, hellblau, schwach dunkel.

Chlorsaures Platin. Auf pos. Silber in der Mitte ein dunkler Fleck, dann ein aschfarbner Kreis, hierauf eine schwache Iris.

Auf negativem Silber in der Mitte ein schwarzer Fleck, dann ein heller Kreis, dann ein dunklerer von einer sehwachen Iris umgeben und endlich ein fast schwarzer.

Auf positivem Platin nichts; auf demselben negat. Metall zwei kleine ins schwarze spielende Kreise von einem weissen umgeben.

Salpetersaures Silber und Kupfer gemengt miteinander. Auf pos. Silber in der Mitte ein silberglänzender Kreis, dann ein zweiter wie Silber glänzender, hierauf ein schwach schwarzer.

Phosphorsäure. Auf pos. Silber in der Mitte ein kleiner gelber Kreis, dann ein röthlicher, dann ein silberglänzender, hierauf eine grosse Glorie von verschiedenen Farben, die mit Gelb anfängt und mit Violet aufhört.

S a u e r k l e e s ä u r e. Auf positivem Silber drei sehr deutliche Kreise, ein gelber, röthlicher und wieder ein gelber aber grösserer.

K o h l e n s ä u e r l i c h e s K a l i. Auf positivem Silber schöne concentrische Kreise, die man sich erweitern sieht, und die zuletzt eine schöne Farbenabstufung zeigen. Ich habe das Silberplättchen mit Musselin bedeckt, um zu sehen, ob dadurch die Erscheinung geändert werde, konnte aber keine Aenderung bemerken.

Auf positivem Gold und Zinn zeigte sich nichts.

K o c h s a l z. Auf positivem Silber eine Reihe concentrischer von einer Iris umgebener Kreise. Die Erscheinung ist aber hier minder bestimmt, als in den vorhergehenden Fällen; es erhält seinen Glanz nur kurze Zeit. Durch Berührung mit der Luft werden die Farben etwas geschwächt und undeutlich. Erwärmt man die Silberplatte plötzlich, so nehmen alle Ringe eine schöne rothe Farbe an, deren Intensität in den verschiedenen vorher existirenden Kreisen varirt, hierauf aber bekommen sie eine grosse Beständigkeit. Zuletzt verschwinden unter dem Einfluss der Wärme einige der äusseren Ringe, so wie ein Theil der in der Mitte befindlichen. Dieses scheint mir leicht erklärbar zu seyn. Die Ablagerung der dünnen Lagen der electro-magnetischen Substanzen beginnt in der Mitte der Silberplatte und schreitet von da immer schwächer nach Aussen fort. Die äusseren Schichten sind ungemein dünn und werden durch die Wärme zerstreut. Gegen den Mittelpunct ist der Absatz bedeutender, aber desshalb bildet sich auch eine Art Kruste, die im Feuer feine Risse bekommt und das Metall verlässt.

Auf positivem Kupfer: Abwechselnde helle und

dunkle Kreise, die vom Mittelpuncte ausgehen, welcher selbst frei bleibt.

Auf positivem Messing verschiedene concentrische Kreise, die mit einem Tuche gereiniget dem Auge 3—4 abwechselnd rothe und gelbe Ringe darbieten. Die rothen kommen vom Kupfer des Messings, welches das in ihm enthaltene Zink verliert.

Auf positivem Zinn und Platin nichts.

Salzsaure Soda, Kali und Ammoniak. Diese Substanzen wirken fast wie Kochsalz *)

Kohlensäuerliche Soda. Auf positivem Silber eine Reihe verschieden farbiger Kreise, unter denen sich die blaue Farbe auszeichnet.

Schwefelsaure Soda. Auf positivem Silber 5 kleine concentrische Kreise, in der Mitte ein schwarzer Punct, dann ein blauer heller Kreis, dann 2 andere dunkle, die durch einen helleren getrennt sind.

Harn. Auf positivem Silber eine äusserst glänzende Iris um einen dunklen Mittelpunct. Getrocknet erhalten sie sich in der Luft.

Harnstoff. Wirkt fast wie Harn, bringt aber bestimmtere Farben hervor,

Harn und Kochsalz. Auf positivem Silber ist

---

*) Alle diese Salze üben auf das positive Messing eine grössere oder kleinere Wirkung aus, aber die abwechselnden Kreise von Kupfer erscheinen am salzsauren Kali am deutlichsten. In diesem Ealle ist die Nähe der negativen Spitze gegen das Messing so wesentlich, dass die ganze Wirkung bei einer Entfernung von 1 — 2 L. unterbleibt. Ich bemerke diesen Umstand als eine zu beobachtende Regel für jene, die eine Legirung auf diesem Wege zu Stande bringen wollen, der sich so wirksam zeigt.

das Phänomen wie im vorhergehenden Falle, aber die Farbenringe sind zahlreicher und feiner. Im Feuer nehmen sie eine schöne rothe Farbe an, ohne dass sie sich mit den Nuanzen, die bleiben, confundiren.

An positivem Platin keine Wirkung.

Auf positivem Messing und Kupfer eine kleine Anzahl unbedeutender Kreise.

Ich habe meine Versuche nicht weiter verfolgt; sie führen aber vielleicht selbst in den jetzigen Grenzen auf wichtige Folgerungen. Für jetzt bieten sich mir nur die zwei folgenden Resultate dar. Das erste ist die wiedererkannte Eigenschaft gewisser electro - negativer Substanzen, sich unter bestimmten Umständen an die Oberfläche eines der minder oxydirbaren Metalle in sehr dünnen und ganz regelmässigen Schichten abzusetzen, und so unter tausend verschiedenen Formen das schöne Phänomen der Farbenringe zu erzeugen. Wahrscheinlich werden die Künste dieses neue Färbungsmittel anwenden, und vielleicht wird man ohne viele Mühe es auf Verzierungen von Luxuswaaren anwenden.

Endlich wenn sich electro - negative Substanzen an Metalle in dünnen Schichten absetzen; so greifen sie im Allgemeinen ihre Oberfläche an, aber nicht gleichförmig, oder wie man glauben sollte, mit einer Kraft, die vom Centrum aus stettig immer kleiner wird, sondern in regelmässigen Intervallen nach einem Gesetze, das dem der Interferenz ähnlich ist.

Am negativen Pole, wo sich die electro-positiven Substanzen absetzen, bemerkt man dasselbe Phänomen, nämlich die abwechselnden Kreise vom Oxyd und dem reinen Metall. Diese Abwechslung ist das

zweite Resultat. Sollte wohl der electrische Strom dem Gesetze der Interferenz unterliegen? Es gibt hier ohne Zweifel gewisse Abwechslungen, aber um sie in ihrem wahren Werthe wahrzunehmen, muss man neue Versuche anstellen.

III. Ueber das Verhältniss zwischen electrischen und chemischen Erscheinungen von H. Davy.

(Ausgezogen aus den Phil. trans. 1826.)

Neue Entdeckungen im Reiche der Naturwissenschaften, welche sich an das bisher Bekannte nicht völlig anschliessen wollen, reitzen leicht zur Aufstellung neuer Hypothesen. Darum sind diese in unseren Tagen, wo alles rastlos fortschreitet, keine grosse Seltenheit. Allein, dass eine Hypothese, die aufgestellt wurde, als kaum die ersten Elemente eines neuen Theiles der Naturlehre bekannt waren, sich unverändert erhält, und noch genüget, wenn dieses Gebiet sich ins unermessliche erweitert hat, davon wird man nicht gar viel Beispiele anführen können. Von der Art ist aber Davy's Ansicht über den oben genannten Gegenstand, die er schon im ersten Jahre dieses Säculums aufstellte, und die nun nach Verlauf von mehr als 20 Jahren ihm noch als Basis und Führerinn bei allen seinen Untersuchungen dient. Die Zusammenstellung des neuesten, was er zur Begründung seiner Ansicht gethan hat, enthält der Aufsatz, der hier in möglich-

ster Kürze mitgetheilt wird, mit gänzlicher Hinweglassung der historischen Einleitung.

Er bediente sich bei diesen Forschungen zweier verschiedener Instrumente, deren eines das Daseyn eines electrischen Stromes, das andere das einer electrischen Spannung angab. Ersteres bestand aus Schweiggers Multiplicator, der aus $\frac{1}{70}$ Z. dickem Silberdraht bestand und 60 Windungen hatte für schwache electrische Ströme, oder aus einem Instrumente, das im Ganzen mit Nobilis Multiplicator übereinstimmt; das andere war Bennet's Electrometer mit dem Condensator, oder in einigen Fällen das Electrometer von Behrens (Bohnenberger) mit einer trockenen electrischen Säule aus 400 Plättchen von Gold und Silber die $\frac{1}{2}$ Z. im Durchmesser hatten, zwischen deren Polen ein Goldplättchen oder besser ein mit Kohlenstaub leitend gemachter Seidenfaden hing. Statt dieser brauchte er manchmal eine Säule aus 50 eben so grossen Scheiben von Silber und Zink mit papiernen Zwischenscheiben. Davy setzt aber auf die Angaben dieser letzteren zwei Instrumente kein grosses Vertrauen, weil sie oft durch äussere Einflüsse modificirt werden.

1.

Electrische und chemische Erscheinungen, die ein Metall in Berührung mit einer Flüssigkeit liefert.

Diese Wirkungen geben einem den besten Begriff über das electro-chemische Verhalten, und sind fast ganz neu. Taucht man in eine wässerige Auflösung von Schwefelkali gleichzeitig zwei blanke Ku-

pferstücke, deren jedes mit einem der Platindrähte des Multiplicators verbunden ist, so bemerkt man keine Wirkung; geschieht dieses Eintauchen aber successiv, so erscheint diese recht deutlich, ja wenn der Zeitunterschied beim Eintauchen bedeutend ist, sehr heftig, und das zuerst eingetauchte Metallstück zeigt sich negativ, das andere positiv-electrisch. In letzterem Falle hat man es eigentlich nicht mehr mit zwei, sondern mit 3 Körpern, nämlich mit zwei Metallen und einer Flüssigkeit zu thun; denn das zuerst eingetauchte Metall überzieht sich mit Schwefelkupfer, welches gegen das andere reine Kupfer negativ-electrisch ist. Manchmal zeigte sich aber Davy eine von dieser sehr abweichende Erscheinung; indem nämlich das metallische Kupfer dem bereits schon früher in die Schwefelkalilösung getauchten gegenüber als negativ-electrisch auftrat. Davy fand die Ursache dieser Anomalie darin, dass sich Kupferperoxyd nicht bloss gegen metallisches Kupfer, sondern auch gegen Schwefelkupfer negativ-electrisch verhält. Eine andere bei diesem Versuche merkwürdige Erscheinung ist diese: Bringt man ein Stück Kupfer mit einem Drahte des Multiplicators in Verbindung, lässt es eine Minute lang in der wässerigen Schwefelkalilösung, taucht dann ein anderes mit dem zweiten Drahte communicirendes Kupferstück hinein; so erlangt dieses oft eine starke negativ-electrische Ladung, die eine ganze Umdrehung an der Magnetnadel bewirkt. Letztere kehrt aber gleich wieder zurück und nimmt die Stellung an, welche zeigt, dass das zuerst eingetauchte Metall negativ-electrisch ist. Diese Wirkung hält mehrere Minuten an, wird dann schwächer und endlich

erscheint gar die erste Metallplatte positiv-electrisch. Die erste dieser Wirkungen rührt von der durch das polirte Kupfer bewerkstelligten Entladung der durch Berührung erregten negativen Electricität her, bevor der durch metallische Berührung erzeugte Zustand hergestellt ist; die zweite hat ihren Grund in der Ablösung kleiner Schichten von Schwefelmetall, und die Oxydation der dadurch entblössten Theile der Oberfläche bewirkt die dritte Wirkung.

Die Hydro-Sulphuride geben überhaupt mit Kupfer eine so grosse electrische Spannung, dass Davy diesen Umstand dazu benützte, eine kleine Volta'sche Säule aus oxydirten und blanken dünnen Kupferplatten zu bauen, die Wasser zu zersetzen vermochte. Mit Blei und dessen Legierungen, mit Zinn und Eisen fallen die Phänomene eben so aus, nur viel schwächer. Zink hingegen, Platin und die Metalle, die in obiger Auflösung keine chemische Aenderung erleiden, geben auch keine Wirkung dieser Art; Silber und Palladium, die mässig auf sie wirken, geben sehr deutliche Wirkungen; jedoch sind die darin gebildeten Producte gegen die reinen Metalle positiv-electrisch. Ueberhaupt zeigen die leichter oxydirbaren Metalle ein entgegengesetztes Verhalten gegen die schwerer oxydirbaren.

Im Allgemeinen tritt in jedem Falle, wo sich beim Eintauchen eines Metalles in eine Flüssigkeit eine Substanz bildet, die an der Oberfläche derselben hängen bleibt, bei einem Metalle und einer Flüssigkeit ein electrischer Strom. Nicht einmal die sogenannten edlen Metalle machen davon eine Ausnahme. Auch erscheint ein Metall alsogleich electrisch, wenn

man durch Hitze das Entstehen einer Oxydschichte begünstiget, oder auch nur eine Oxyddecke künstlich aufträgt, und stets ist die oxydirte Oberfläche negativ-electrisch.

Noch deutlicher zeigt sich die Verbindung der electrischen und chemischen Phänomene an den Aenderungen, die letztere in ersteren hervorbringen. So gibt der Sauerstoff, der allen Metallen als electronegativ, und der Schwefel, der allen als electro-positiv gegenüber steht, durch Verbindung mit Metallen, die gegen sie electro-positiv sind, negative Producte. Zinn, das in einer Säure auf einer Seite matt gemacht wurde, verhält sich einige Zeit gegen eine alkalische Lösung negativ, verliert aber diesen Zustand nach und nach, so wie durch das entwickelte Hydrogen das Oxyd reducirt wird, dafür wird aber die andere vom Alkali angegriffene Seite negativ, und die ihr entgegengesetzte geht in den positiven Zustand über.

2.

Ueber die Verbindungen aus zwei unvollkommenen und einem guten Leiter, oder aus zwei Flüssigkeiten und einem Metalle oder einer Kohle.

Unvollkommene Leiter der Electricität, wie z. B. Wasser und Salzauflösungen scheinen der electrischen Polarität nicht fähig zu seyn, wenigstens sind sie es nicht bleibend. Ist ihr electrisches Gleichgewicht gestört, so stellt sich dieses durch eine besondere Anordnung oder eine Anziehung der Elemente sehr

schnell wieder her. Leitet man den Strom einer kräftigen Volta'schen Säule durch eine Auflösung von salzsaurem Kalk, und bringt mehrere Platindrähte in die Kette, so zeigt jeder einen positiven und einen negativen Pol, und doch theilt sich die Flüssigkeit nicht in einen negativen und einen positiven Theil. Sobald man die Polardrähte weggenommen hat, verschwinden alle electrischen Phänomene auf der Stelle, und die Drähte, die mit den Polen der Batterie nicht communiciren, zeigen keine Spur von Electricität.

Ganz trockene Säuren und Alkalien, wie z. B. Sauerkleesäure und Kalk werden durch Berührung wie andere Körper positiv und negativ electrisch. Aber bei ihrer Verbindung wird keine Electricität frei, sondern die dabei bemerkte Electricität kommt auf Rechnung der Berührung der Metalle und der Flüssigkeiten. Diesen Satz beweiset Davy durch mehrere Versuche: Es wurde in ein Glas, in welchem sich eine mit dem Multiplicator communicirende Platinplatte befand, eine Salpeterauflösung gegeben, und in ein anderes auch mit einer Platinplatte, die mit dem andern Draht des Multiplicators communicirte, versehenes, Salpetersäure; sobald man sie durch ein mit Salpeter getränktes Stück Asbest verband, zeigte die Magnetnadel eine sehr starke electrische Wirkung, die von Seite des Platin in der Säure negativ war, und eine bleibende Ablenkung von 60° hervorbrachte. Wurde statt der Salpetersäure eine Kalilösung genommen, war die Nadel nur um 10° abgelenkt. Ward der Asbest in diesem Versuche mit concentrirter Salpeterauflösung getränkt, so betrug die Ablenkung der Nadel 65°, und doch konnte hier keine schnelle chemi-

sche Wirkung eintreten, weil die Salpeterlösung specifisch leichter ist, als beide andere Flüssigkeiten. Wenn man statt des getränkten einen trockenen Asbest als Verbindungsmittel anwendete, so konnten sich die Säure und das Alkali nur vermöge der Capillarität einander begegnen, sich erwärmen und vereinigen. Da war aber die electrische Wirkung immer geringer, je vollkommener die Verbindung wurde, und zuletzt verschwand sie ganz. Sind die Platinbleche mit concentrirter Salpeterauflösung in Verbindung, und die Communication mit Salpetersäure und Kalilösung hergestellt, so zeigt sich auch keine electrische, aber eine starke chemische Wirkung.

Wird Platin mit einer Säure in Berührung gebracht, so erscheint es an der Berührungsstelle als negativer Pol; als positiver hingegen dort, wo es ein Alkali berührt. Rhodium, Iridium und Gold verhalten sich auf gleiche Weise. Mit Silber und Palladium erfolgt gar eine starke Wirkung, besonders mittelst Salpetersäure. Eben so fällt das Resultat mit Kohle und den oxydirbaren Metallen aus. Immer ist die Wirkung desto kräftiger, je stärker die chemische Anziehung ist, falls kein Hinderniss entgegenwirkt. Daher kommt es auch auf die Beschaffenheit der flüssigen Körper an. Am stärksten wirkt Königswasser, dann folgt Salpetersäure und die übrigen in folgender Ordnung: Salpetrige Säure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, vegetabilische Säuren, schweflige Säure, Schwefelwasserstoffsäure, Pottasche, Soda, Baryt, Ammoniak etc. Es müssen aber immer concentrirte Auflösungen genommen werden, sonst zeigen sich oft gerade entgegengesetzte Phänomene. Auflösungen von Sulphuriden wir-

ken wie Alkalien, jedoch mit der Beschränkung, welche aus der Bildung eines neuen adhärirenden Stoffes hervorgeht. Wasser, oder eine Salzauflösung wirkt im Gegensatze mit Alkali wie eine Säure, mit Ausnahme jener neutraler Salzauflösungen, die wegen ihres Sauerstoffes oder Luftgehaltes auf oxydirbare Metalle anders wirken.

3.

Verbindung aus zwei vollkommenen Leitern und einer Flüssigkeit.

In einer Verbindung aus zwei vollkommenen Leitern und einer Flüssigkeit wird in der Regel das leichter oxydirbare Metall positiv, das andere negativ-electrisch. Doch ist diese Qualität keineswegs als dem Metalle von Natur eigen zu betrachten, sondern durch eine chemische Wirkung bestimmt. So sind Amalgame, wie z. B. aus Zink, Zinn gegen die reinen Metalle, das reine Zink oder Zinn positiv-electrisch, wiewohl leichter oxydirbar, und selbst die metallischen Basen der Alkalien können, mit Quecksilber amalgamirt, eine sehr intensive electro-positive Spannung einer vielmal grösseren Quecksilbermasse ertheilen. Die durch Berührung der Metalle entstehende Electricität ist in der Regel viel intensiver, als die durch Berührung von Flüssigkeiten mit Metallen erregte, darum wird erstere gewöhnlich durch letztere nicht umgekehrt; doch gibt es Fälle, wo dieses geschieht. So ist Zinn in einer starken Kaliauflösung positiv gegen Zink in einer Säure, und

Eisen, das gegen Kupfer in allen sauren und salzigen Flüssigkeiten positiv ist, wird gegen dasselbe negativ, sobald es in Berührung mit Sulphuriden oder Alkalien ist. Kennt man die Stärke der Electricität, welche zwischen gewissen festen und flüssigen Körpern erregt wird, so wird man leicht die Mittel treffen, um die Berührungselectricität der Metalle zu verstärken oder zu schwächen.

Die chemische Wirkung, welche in einer Verbindung der Art Statt findet, sucht das electrische Gleichgewicht beständig herzustellen, daher auch kein solcher Electromotor fortwährend wirkt. Die meisten Flüssigkeiten, die in der Volta'schen Säule vorzüglich wirken, enthalten Wasser; allein dieses ist nicht unumgänglich nothwendig, denn Zink und Platin gibt mit wasserfreien geschmolzenen Salzen eine starke Electricität. Davy hat bekanntlich vor mehreren Jahren die Metalle nach ihrem electrochemischen Verhalten geordnet. Hier folget die Reihe vermehrt und verbessert, von dem Metalle angefangen, welche mit allen nachfolgenden electro-positiv ist.

Mit gewöhnlichen Säuren: Kalium und sein Amalgam, Barium und sein Amalgam, Zinkamalgam, Zink, Ammoniakamalgam (?), Cadmium, Zinn, Eisen, Wismuth, Spiessglanz (?), Blei, Kupfer, Silber, Palladium, Tellur, Gold, Kohle, Platin, Iridium, Rhodium.

Mit alkalischen Auflösungen: Die Basen der Alkalien und ihre Amalgame, Zink, Zinn, Blei, Kupfer, Eisen, Silber, Palladium, Gold, Platin etc.

Mit Hydro-Sulphuriden: Zink, Zinn, Kupfer, Eisen, Wismuth, Silber, Platin, Palladium, Gold, Kohle.

4.

Anhäufung der Electricität, und die dadurch erzeugten chemischen Aenderungen in Volta's Apparat.

Der berühmte Erfinder der electrischen Säule betrachtete die Metalle als das einzige wirksame darin, und sieht die chemischen Wirkungen, welche sich in dem flüssigen Zwischenkörper ergeben, als etwas nur zufällig mit dem electrischen Strome Verbundenes an. Nach Davy ist zwar schon die Unwirksamkeit solcher Apparate, wo keine chemische Wirkung vor sich geht, dieser Ansicht entgegen; allein er führt noch andere Erscheinungen an, welche ihr ungünstig sind: Bringt man mit dem Multiplicator ein Stück Platin und ein Stück Zink in Verbindung, deren jedes in ein Gefäss getaucht ist, das eine Salpeterauflösung enthält, und verbindet beide Gefässe mittelst eines mit Salpeter getränkten Asbestes; so zeigt die Magnetnadel eine electrische Wirkung an. Diese wird gesteigert, wenn man beide Gefässe mittelst eines aus Zink und Platin bestehenden Bogens so verbindet, dass daraus eine Volta'sche Combination hervorgeht. Bringt man aber einen reinen Zinkbogen hinein, so wird der Effect wieder kleiner seyn, als im letzteren Falle, aber doch grösser als im ersteren. Der dem Platin gegenüber liegende Zinkpol wird oxydirt, und am anderen entwickelt sich Hydrogen. Substituirt man dem Zinkbogen einen aus Zinn, Eisen, Kupfer, Silber, Tellur, so nimmt die Electricität in dem Grade ab, in welchem die Oxydabilität der Metalle abnimmt; mit Tellur, Rhodium, Palladium und Platin erhält man

keine electrische Wirkung mehr; Platin und Tellur verhalten sich aber wie Zink, wenn man sie in verdünntes Königswasser eintaucht. Dass diese Verminderung nicht von der verringerten Leitungsfähigkeit abhänge, zeigt der Umstand, dass Kohle, ein sehr unvollkommener Leiter, wie ein oxydirbares Metall wirkt. Demnach ist die Zerstörung der positiven Oberfläche durch chemische Wirkung als unerlässliche Bedindung zur Erzeugung der Electricität anzusehen, und die blosse Berührung der Metalle ist dazu nicht hinreichend.

Wendet man mehrere Gefässe an, wie vorhin angegeben wurde, die mit einander mit Bogen aus Platin und Zink verbunden werden, und wovon die zwei äussersten mit dem Multiplicator verbunden sind; so vermindert ein Stück Platin, das statt eines solchen Bogens angewendet wird, die chemiche Wirkung, ohne sie jedoch ganz aufzuheben. Bei einer Vorrichtung von der Art mit 100 Bögen beträgt diese Verminderung $\frac{1}{100}$ etc.

Da die chemischen Veränderungen stets das gestörte electrische Gleichgewicht herzustellen suchen, so müssen in dem Falle, wo Metalle, die sonst unwirksam sind, mit wirksamen in Verbindung gebracht werden, die chemischen Wirkungen in ersteren eine electrische Kraft erwecken, die der ursprünglich wirksamen entgegengesetzt ist, so dass nach der Trennung die sonst unwirksamen Bogen gerade eine entgegengesetzte Polarität zeigen. Um dieses in der Erfahrung darzustellen, nahm D. 6 Platinbögen, tauchte sie in Gefässe mit einer Salpeterauflösung, und

brachte die zwei äussersten mit den Polen einer Volta'schen Batterie von 50 Plattenpaaren in Verbindung. Jeder Bogen entwickelte an dem Ende, welches den Zinkpol vorstellte, Sauerstoff, und sammelte daselbst die Säure, am anderen Hydrogen. Sobald die 6 Bögen von der Batterie getrennt waren, hatte jeder seine eigene Kraft, nur waren die früher positiven Pole negativ geworden und umgekehrt. Mit Zinkbögen waren die Wirkungen noch auffallender, weil sich die Kraft des oxydirten Zinkes mit der durch Berührung der Säure entstandenen vereinigete; Bögen aus Zinn, Silber, Kupfer und anderen Metallen zeigten mit anderen Salzauflösungen, dass die electrische Wirkung solcher Verbindungen desto stärker ist, je leichter sich das Metall oxydiren lässt, und je concentrirter und zersetzbarer die Auflösungen sind. Die schwächste Wirkung gab ein Platinbogen in reinem Wasser, aber selbst in diesem Falle erlangte das Wasser einen geringen Grad von Alkalität an einem Pol und von Acidität am anderen. Daraus erklären sich leicht die Erscheinungen an Ritters Ladungssäule, und das, was La Rive *) im Betreff der Wirkung von Metallplatten bemerkte, die er in die Flüssigkeit stellte, welche die Elemente der Volta'schen Batterie von einander trennte.

---

*) La Rive theilte die Flüssigkeit, durch welche er den electrischen Strom leitete, durch verticale Platinbleche in mehrere Theile, und das Gefäss gleichsam in einzelne Zellen, wie bei einem Trogapparat, und fand, dass dadurch der electrische Strom sehr stark geschwächt wurde, und zwar in einem desto höheren Grade, aus je mehr Plattenpaaren dieser Strom kommt, bei vielen Platten war diese Abnahme kaum zu bemerken; (B.) Annales de Chimie 28. p. 208.

Es ist eine natürliche Folge der chemischen Veränderungen, welche im Kreise einer gewöhnlichen Volta'schen Batterie vor sich gehen, dass ein Theil einer solchen Batterie, der einige Zeit in Verbindung mit dem übrigen thätig gewesen war, und hierauf davon getrennt wird, nach diesem stärker oder schwächer wirkt, als wenn er gleich vom Anfange an für sich thätig gewesen wäre; je nachdem die Elemente dieses Theiles in verkehrter oder in einerlei Ordnung mit dem übrigen verbunden waren. 6 Bogen von Zink und Kupfer, die in eben so viele Gefässe mit Salpeterauflösung getaucht waren, wurden mit einer Volta'schen Batterie von 50 Plattenpaaren so verbunden, dass sie eine einzige Batterie gaben, wo alle Platten in derselben Ordnung auf einander folgten, und nach 10 Minuten davon getrennt, so dass sie als eigene Batterie wirken konnten. Sie zeigten eine sehr schwache Wirkung. Wurden sie aber in verkehrter Ordnung mit der Batterie verbunden, und nach derselben Zwischenzeit davon getrennt, gaben sie eine 3 bis 4mal stärkere Wirkung als vorhin.

5.

Allgemeine Beobachtungen und practische Anwendungen.

Die beiden Electricitäten an den Polen der Volta'schen Batterie können als Ueberführungsmittel der ponderablen Stoffe angesehen werden, die ihre Eigenthümlichkeiten erst dann wieder erlangten, wenn sie an ihrem Bestimmungsorte angelangt sind. Folgende Versuche sind besonders geeignet, dieses klar zu machen:

Davy brachte in ein 6 Z. weites gläsernes Gefäss eine Salpeterauflösung, auf dessen Boden sich mehrere mit Turnesol und Curcume gefärbte Papierstreifen befanden, die 2 Platinplättchen berührten, und durch ihre Farbenveränderung alsogleich die Anwesenheit einer Säure oder eines Alkali in jedem Theile der Flüssigkeit anzeigen mussten. Als die beiden Platten mit den Polen einer Volta'schen Batterie in Verbindung gesetzt waren, entwickelte sich das Alkali zuerst nur am negativen, die Säure nur am positiven Platin, sie mischten sich dann miteinander und bildeten um die Leiter einen Kreis ohne eine Spur einer Anziehung oder Abstossung der Flüssigkeit in der Richtung der Kette zu zeigen, nur mechanische Kräfte vermochten die Richtung der Ströme zu ändern. Ein anderer Versuch ist folgender: Davy füllte ein seichtes 10 Z. weites Gefäss mit Wasser, das $\frac{1}{2000}$ seines Gewichtes schwefelsaures Kali enthielt, und liess auf den Boden ohne Ordnung 30 bis 40 Quecksilbertropfen im Gewichte von 10 — 100 Gran fallen. Wurden nun die Polardrähte einer Säule von 1000 Doppelplatten darein getaucht, und so der electrische Strom durchgeleitet, so fingen die in der Richtung des Stromes oder nahe dabei liegenden Tropfen an, sich zu bewegen, ihre negativen Pole verlängerten sich, näherten sich dem positiven Pol der Batterie, und dem der angrenzenden Tropfen, und ein Oxydstrom ging sehr schnell zum negativen Pol hin. Am negativen Pol der Tropfen entwickelte sich kein Hydrogen; als aber nach einigen Minuten die Wirkung gehemmt wurde, bemerkte man neue Kugelchen aus Kaliumamalgam, in welchem nach Herschels Erfahrung dem Quecksilber durch

durch das Kalium eine starke electro-positive Spannung zu Theil wird. Nach abermaligem Eintritte des electrischen Stromes begann diese Bewegung von Neuem, der negative Theil des Tröpfchens näherte sich der positiven Fläche u. s. f. Goss man aber ein Tröpfchen Salzsäure ins Wasser, so hörte diese Erscheinung augenblicklich auf, die Quecksilbertropfen nahmen ihre sphärische Gestalt wieder an, und es entwickelte sich am negativen Pol Wasserstoff. Hier hob die Säure die Wirkung des Kalium auf.

Viele Versuche haben bewiesen, dass man durch electro-chemische Mittel die Metalle gegen Oxydation schützen kann. Die vorzüglichsten Anwendungen machte man, um den Kupferbeschlag der Schiffe und der Kessel bei Dampfmaschinen gegen Oxydation zu schützen.

IV. Ueber das Festwerden der Erdschichten von J. Hall.

(Transact. of the Edinb. soc. Tom. X. p. 2.)

Hall war von jeher ein eifriger Anhänger der **Hutton'schen** Theorie der Erde, die er im Umgange mit diesem Gelehrten, mithin aus der ersten Quell kennen lernte. Er ging darum stets darauf aus, nach den Principien dieser Theorie die natürlichen Erscheinungen zu erklären und Versuche zu machen, um die Umstände auszumitteln, welche die Wirkung des Feuers, den Erwartungen Hutton's ge-

mäss modificiren. In dieser Absicht hat er die schon bekannten Versuche mit kohlensaurem Kalk angestellt und dadurch den Einfluss eines starken Druckes auf das Brennen desselben bestimmt. Ein unerwarteter Vorfall, der sich in seiner Nachbarschaft ereignete, veranlasste ihn zu weiteren Versuchen über denselben Gegenstand.

An den Grenzen von Lammermoor im Thale Alkengaw befindet sich eine horizontale Lage von losen abgerundeten Steinen, die mit Sand und Gerölle vermengt sind und ganz vom Wasser abgesetzt zu seyn scheinen. Hall bemerkte, dass diese Sandbank, die aus völlig losem Material bestand, von einem verticalen Damm durchsetzt sey, der von der Mitte aus an Festigkeit stufenweise abnahm, und endlich zu beiden Seiten in lose Stücke überging. Man konnte nicht annehmen, dass die Masse durch Kalk petrificirt sey, weil eine Säure darauf kein Aufbrausen hervorbrachte. Ein ähnliches Phänomen bemerkte er auch etwa 100 Yard (280 P. F.) weiter, wo ein Damm so fest war, dass die Elemente umsonst daran arbeiten, welche doch die angrenzenden Materialien weggewaschen haben, so dass nur Puddingstein und fester Schiefer übrig ist, der sich auf eine so merkwürdige Weise erhebt, dass man ihn für etwas übernatürliches hält, und ihn mit dem Namen des Feenschlosses (Fairy's Castle) belegt.

Diese merkwürdige Erscheinung brachte ihn auf den Gedanken, dass das Festwerden nicht bloss dieser Classe von Conglomenaten, sondern die des Sandsteins überhaupt durch den Einfluss gasartiger Substanzen hervorgebracht worden sey, welche durch

die Hitze in die Räume zwischen dem losen Sand eindrangen, und daselbst die Theile in Fluss brachten. Als er darüber nachdachte, was das wohl für eine Substanz seyn, und wo sie herkommen konnte, leitete ihn folgende Erfahrung:

Wenige Meilen ausser dem obengenannten Thale, etwa eine Meile von der See und in 2000 bis 3000 Fuss Höhe über derselben tritt ein Sandsteinfels vor, der viele sehr deutlich unterscheidbare Schichten enthält. Einige derselben haben durch die Einwirkung der Luft stark gelitten, und zeigen bei trockenem Wetter eine starke weise Efflorescenz, die sich wie Kochsalz ausnimmt. Dieses schien das Flussmittel bei dem vorher beschriebenen Gestein abgeben zu können. Wenn am Meeresboden sich eine Sand- und Griesschichte befindet, die mit gesättigtem Salzwasser durchdrungen ist und nach Hutton's Hypothese einer grossen Hitze ausgesetzt ist; so muss die erste Wirkung darin bestehen, das Wasser aus der untersten Sandlage zu vertreiben und das dabei frei gewordene Salz mit dem Sande in einen Brei zu verwandeln. Während dieser Operation verhindert die bei dem Verflüchtigen des Wassers Statt findende Absorption der Wärme, dass die Temperatur den Siedpunct des Salzwassers nicht überschreitet. Sobald aber der Sand völlig getrocknet ist, steigt die Hitze über diesen Punct, der Theil, welcher der Wärmequelle am nächsten ist, erlangt nach und nach die Schmelzhitze, das Salz wird verflüchtiget und geht durch den bezeichneten trockenen Brei, macht die Theile an ihrer Aussenseite flüssig und bewerkstelligt so ihre Verbindung. Die theoretische Ansicht sollte

aber durch Versuche bekräftiget werden. Zu diesem Zwecke brachte er trockenes Salz und Sand, jedes in einer besonderen Schichte in einen Schmelztiegel, und mischte sie während des Versuches einigemale mit einander, brachte dann von unten Feuer an. Das Salz ging in Dampfform durch die losen Massen und brachte durch seine Einwirkung eine völlig genügende Consolidirung des Sandes zu einem Stein hervor, so dass hierin nicht blos das Phänomen in Alkengaw, sondern überbaupt die gesammte Sandsteinbildung ihre Erklärung findet.

Diese künstlichen Steine haben verschiedene Grade der Dauerhaftigkeit und Härte; einige davon widerstehen der Einwirkung der Elemente nicht, und zerbröckeln im Wasser; einige widerstehen durch mehrere Jahre, andere sind so weich, das sie ihre Form gar nicht lange beibehalten, während andere mit dem Meisel bearbeitet werden können. Es ist merkwürdig, dass durch dieses Verfahren dieselben Varietäten des Sandsteins erzeugt werden können, wie sie die Natur liefert. Das verflüchtigte Salz wirkt hier ohne Zweifel auf die kieseligen Massen wie Flussmittel und bewirkt die Verbindung der benachbarten Theile. Diese Einwirkung des Salzes wird beim Glasiren der Geschirre in Anwendung gebracht, sie ist daher schon bekannt.

Um dem Einwurf zu begegnen, dass eine kalte Wassersäule, wie diejenige, welche den Meeresboden deckt, dem Process Eintrag thun müsse, deckte er eine Quantität Sand mit einer einige Zoll hohen Salzwassersäule, setzte sie in einen Ofen, erhitzte sie, und als die Flüssigkeit verkocht war, gab er von

Zeit zu Zeit frisches Seewasser zu. Nach und nach nahm die Masse die Consistenz eines Breies an, doch fordert die Operation eine Zeit von drei Wochen, während welcher das Wasser ohne Unterlass sieden musste, um eine mit Salz hinreichend gesättigte Masse zu geben; indess glaubte er, man müsse auch ein genügendes Resultat erhalten, wenn man einmal mit Salz gesättigtes Wasser nimmt, und es verkochen lässt. Er brauchte zu diesem Versuche Schmelztiegel, wie sie die Eisengiesser anwenden. Sie hatten 18 Z. Höhe und 10 Z. Breite, er füllte sie bis an den Rand mit dem völlig gesättigten Brei, der so viel Sand vom Meeresufer enthielt, dass er allein das Gefäss bis auf 25 Zoll anfüllte. Um den stufenweisen Verlauf des Versuches beobachten zu können, wurde eine porcellänerne Röhre, die an Grösse und Gestalt einem Flintenlaufe glich, oben aber offen war, brachte sie in eine verticale Lage, so dass ihr unteres Ende in Sand getaucht war, und sich etwa einen Zoll über dem Boden des Tiegels befand, während das andere Ende einen Fuss über die Oberfläche des Breies hervorragte, so dass man bequem hineinsehen konnte.

Die Porcellanröhre und mithin auch der Sand, auf dem sie ruhte, wurde bald roth glühend, während der Brei, der aus einem eigenen Gefässe beständig nachgefüllt wurde, in einem Zustande des Siedens beharrte; der obere Theil des Sandes, der mit der Flüssigkeit getränkt war, blieb beständig lose, der untere aber bildete eine feste zusammenhängende Masse.

Nachdem die grosse Hitze mehrere Stunden angehalten hatte, liess er die Masse auskühlen und

hierauf herausnehmen. Der untere Theil besass alle Eigenschaften eines vollkommenen Sandsteins. Hielt die Hitze nicht so lange an, so war der Sandstein weniger vollkommen ausgebildet, schmeckte stark nach Salz, und zerfiel im Wasser zu Sand. Indess gaben einige Versuche noch immer ein nicht sattsam entscheidendes Resultat, wovon die Ursache in der chemischen Einwirkung des Salzes liegt, das als Flussmittel auf die Gefässe wirkt. So lange diese Wirkung eine gewisse Grenze nicht überstieg, gelang alles gut, stieg sie aber über diese Grenze, so zerstörte sie das Gefäss, und verwandelte alles in eine schlackige Masse. Nach längerer Zeit fand Hall, dass das Salz nicht so auf Eisen wirke, wie auf die Thonerde, und dass ihm in einem Gefässe aus Gusseisen der Versuch stets wohl gelang.

Nachdem nun nachgewiesen war, dass das Salz mittelst der Hitze eine Consolidirung des Sandes zu Sandstein zu erzeugen vermag, so blieb noch übrig, zu untersuchen, was in der Natur als Flussmittel wirke.

Bekanntlich enthält das Meerwasser in verschiedenen Gegenden verschiedene Quantitäten Salz aufgelöset, in engen Meerengen herrscht ein beständiger Strom, der anzeigt, dass die Verdünstung die durch Flüsse dem Meere zugeführte Wassermenge übersteigt, wie dieses im mittelländischen Meere der Fall ist, in welches beständig vom Ocean durch die Meerenge bei Gibraltar Wasser geführt wird; daher muss man annehmen, dass daselbst die Salzigkeit zunehme, und sich der Sättigung immer mehr nähere. Dasselbe kann

auch in anderen Meeren, selbst im grossen Ocean Statt finden. Wo nun der tiefe Meeresboden von Untiefen umgeben ist, muss das Wasser wenigstens in den untersten Stellen das Salz beinahe absetzen; auch gibt es allenthalben grosse Steinsalzflötze, und in mehreren Ländern bedeutende Salzseen und Salzbäche. Wir haben also den Stoff in hinreichender Menge, welche wie im Thale Alckengaw und bei obigen Versuchen als Erzeugungsmittel des Sandsteines dienet. Eines von den Mitgliedern der Societät, welches durch seinen Scharfsinn sattsam bekannt ist, machte Hall den Einwurf, dass die Gegenwart des kalten Wassers die Wirkung der Wärme am Meeresboden nicht so weit kommen lasse, um die von ihm angeführten Wirkungen hervorzubringen. Indess war bei seinen Versuchen der Sand rothglühend während seines Zusammenbackens, und doch kochte die darüber befindliche Salzmasse noch, ja dieses Glühen dauerte fort, wenn man so viel kalte Masse zugab, dass die Temperatur der Flüssigkeit nicht über den Punct stieg, wo man die Hand nicht mehr ohne Verletzung hätte darein halten können. Wurde statt des Salzbreies frisches Wasser angewendet, so fiel allerdings der Erfolg anders aus, denn da konnte der Sand nicht zum Zusammenbacken gebracht werden, sondern die erzeugte Masse war so locker, dass sie durch ihr eigenes Gewicht aus einander fiel.

Hall nimmt daher an, dass Salz in Form eines Dampfes und durch mässige Hitze getrieben, unter einem bestimmten Druck oder in Verbindung mit anderen Substanzen vielerlei Felse durchdrungen haben mag, und auf einige als Flussmittel wirkte, wie beim

Basalt, Granit etc., bei anderen als Bindemittel, wie es beim Sandstein, Puddingstein etc. der Fall seyn mag, während es andere erweichte, wie z. B. den Grauwackenschiefer. In einigen Fällen, meint er, hat der Salzdampf die Verbindung verschiedener Materialen mit einander bewirkt, wie sublimirte Metalle, die auf diesem Wege in Gänge, Adern und Nester gekommen seyn mögen. Auch dieser Gedanke wurde durch Versuche geprüft. Hall mengte Salz mit Eisenoxyd, pulverte die Masse fein, und setzte sie dann mit Quarzsand der Hitze aus. Da fand es sich, dass das Eisen mit dem Salz verflüchtiget wurde, und dass der so gebildete Sandstein vom Eisen gefärbt war, und noch andere Eigenthümlichkeiten zeigte. Jeder, der einen Sandsteinbruch gesehen hat, muss darin deutliche Spuren von Eisen bemerkt haben, der Stein erscheint auf das mannigfaltigste bezeichnet, die Flecken erscheinen in parallelen Streifen, manchmal in concentrischen Kreisen, oder besser in Stücken concentrischer Kugelflächen, und im Allgemeinen so, dass man nicht wohl annehmen kann, er sey durch einen Bodensatz im Wasser erzeugt worden. Alles dieses erklärt sich, meint Hall, wenn man annimmt, dass der Sandstein bei seinem Entstehen oder auch in einer späteren Periode von Salzdampf durchdrungen wurde, der Eisen mit sich führte.

Oft fand Hall beim Zerbrechen des bei seinen Versuchen gebildeten Sandsteines in demselben Spuren einer anfangenden Krystallisation, wenn es erlaubt ist, eine Anzahl breiter, glänzender paralleler Streifen, die besonders deutlich erschienen, wenn man sie unter einem gehörigen Winkel gegen das Licht hielt, so zu bezeichnen.

Bekanntlich ist das Seesalz, das zu diesen Versuchen angewendet wurde, nicht reines Kochsalz, es wurde aber bei den Experimenten noch mit anderen Stoffen vermengt.

In der Natur mögen oft die mannigfaltigsten Materalien mit einander gemengt vorkommen, und so die unendliche Mannigfaltigkeit bedingen, die wir nicht blos am Sandstein, sondern fast an jeder Formation bemerken, und vielleicht kommen wir einst dahin, alle diese Stoffe in unseren Laboratorien erzeugen zu können.

V. Versuche über die Stärke verschiedener Körper, von Navier.

(Annales de Chimie et de Physique. Nov. 1826.)

Es ist bereits die relative Stärke mehrerer Körper untersucht worden. So weiss man z. B., dass Holz für jeden Quadratmillimeter im Querschnitt mit acht Kilogrammen zerrissen werden kann. Gusseisen braucht dazu 13 — 14 Kilog., Schmiedeisen 40 Kilog.; ist es aber durch den Drahtzug gegangen, um $1\frac{1}{2}$ mal mehr.

Die Untersuchungen, die ich angestellt habe, haben die Festigkeit der Röhren, und anderer einem von innen herauswirkenden Drucke ausgesetzter Körper zum Gegenstande. Ich unterwarf Bleche von Eisen, Kupfer, Blei und Glas Versuchen, weil man aus diesen Materialien manche in der Physik und Chemie brauchbare Gefässe verfertiget, stellte sie mit der

grössten Sorgfalt und ohne Beihülfe einer Maschine an, und wählte lieber minder starke Stücke, die man durch ein unmittelbar daran gehängtes Gewicht zerreissen konnte, als es mittelst einer Maschine darauf wirken zu lassen, welche fast immer die Resultate etwas abändert. Die Dimensionen wurden mittelst eines Instrumentes gemessen, das mit einem Nonius versehen war, und unmittelbar $\frac{1}{10}$ Millim. angab; bei gebrechlichen Körpern wurde das Gewicht nicht mit der Hand aufgelegt, sondern ich liess langsam Sand zufliessen, und wog ihn nach der Hand. Es wurden auf einer Fläche des Körpers, der untersucht wurde, vor dem Versuche zwei Zeichen gemacht, um die Verlängerung des Stückes, welche die Belastung hervorbrachte, eben so messen zu können, wie die Verminderung des Querschnittes, falls sie merklich war.

Die Resultate dieser Versuche sind:

1) Eisen, das durch den Drahtzug verbessert wird, erleidet durch Strecken zu Blech keine Verbesserung. Sechs Versuche mit Eisenblech, das nach der Länge der Blechfläche belastet war, gaben im Mittel für einen Quadratmillimeter des Querschnittes eine Kraft von 41 Kilog. Vier Versuche, wo die Kraft senkrecht auf die Länge des Bleches wirkte, zeigten eine Kraft von 36 Kilog.

2) Zwei Versuche über Kupferblech zeigten für den Quadratmillim. eine Kraft von 21 Kilog.

3) Sechs Versuche über Bleiblech gaben eine Kraft von 1 $\frac{1}{5}$ Kilog. für den Quadratmillim. Sie gestatteten den Schluss, dass Blei desto weniger Stärke hat, je dünner es bei gleicher Oberfläche ist.

4) Sieben Versuche mit Röhren oder Stangen aus Glas lehrten für den Quadratmillim. eine Kraft von $2\frac{1}{2}$ Kilog. kennen.

Im Allgemeinen scheint sich das Eisen zu verlängern und eine Aenderung zu erleiden, wenn es mit $\frac{2}{3}$ des Gewichtes belastet wird, durch das es reisst. Dieselbe Wirkung tritt bei Kupfer mit dem Gewichte ein, das die Hälfte des zum Zerreissen nothwendigen beträgt, bei Blei bei etwas weniger als der Hälfte.

Diese drei Körper verhalten sich aber vor dem Zerreissen auf eine sehr verschiedene Art. Das Eisen verlängert sich vor dem Zerreissen sehr unregelmässig. Bei den Versuchen variirte die Verlängerung von $\frac{1}{20}$ bis ungefähr $\frac{1}{10}$ der ursprünglichen Länge. Kupfer verlängerte sich vor dem Zerreissen fast um $\frac{2}{5}$ der ursprünglichen Länge, die Breite und Dicke erlitten dabei auch eine Aenderung. Blei hat sich bei der letzteren Belastung nahe um $\frac{1}{10}$ der ersten Länge gezogen, aber bei der Belastung, auf welche die Trennung erfolgte, sah man es sich langsam verlängern und die Breite und Dicke progressiv abnehmen. Während die anderen Körper plötzlich brachen, und eine Bruchfläche darboten, reisst das Blei langsam, indem es sich immer mehr auszieht, und die von einander getrennten Stücke zeigen nach ihrer Trennung eine Art Schneide, welche durch fortwährende Verminderung der Dicke und Breite entsteht, und nehmen die Gestalt eines Schraubenziehers an.

Man weiss, dass man nach den Gesetzen der Statik, in den meisten Fällen die Stärke der Spannung berechnen kann, den die Seitenwände eines Gefässes erleiden, das irgend eine Flüssigkeit enthält, wenn man den in-

neren Druck derselben kennt. So z. B. ist die Spannung der Seitenwand eines beiderseits offenen cylindrischen Gefässes mit kreisförmigem Querschnitte nach der Richtung der Querschnitte allein die Kraft, die für die Einheit der Länge des Cylinders dem Drucke gleicht, der auf die Einheit der Oberfläche ausgeübt wird, multiplicirt mit dem Halbmesser des Cylinders. Ist der Cylinder an beiden Enden geschlossen, so erleidet die Seitenwand ausser der Spannung nach der Richtung des Querschnittes noch eine andere nach der Richtung der Seitenflächen, und man kann beweisen, dass diese um die Hälfte kleiner ist, als die vorige. Ist das Gefäss kugelförmig, so erleidet die Wand eine Spannung, welche der Hälfte derjenigen gleicht, die ein Cylinder von gleichem Durchmesser ertraget. Man muss bemerken, dass man bis itzt nur die nach einem Sinn gerichtete Spannung durch Versuche ausgemittelt hat, und dass die Körper sich in einem Zustande befanden, der von dem sehr abweicht, wo die Wände eine Spannung nach mehreren Richtungen zugleich erleiden. Man kann daher wohl zweifeln, ob man ohne Irrung die Resultate dieser Versuche zur Bestimmung der Dicke der Wände brauchen kann. Um diesen Zweifel zu heben, liess ich aus Eisenblech von $2\frac{1}{3}$ Millim. Dicke zwei hohle Kugeln verfertigen, deren Durchmesser nahe $0^m.33$ und $0^m.28$ betrug. Diese sphärischen Gefässe wurden mittelst einer hydraulischen Presse durch einen Druck von 144 und 163 Atmosphären zerbrochen. Das Resultat dieser Versuche ist, dass Körper einem nach allen Seiten wirkenden Druck mit derselben Kraft widerstehen, als wenn dieser nur nach einer Richtung wirkt. Es kamen

nämlich auf jeden Quadratmillimeter vom Querschnitte des Bleches, das nach allen Seiten gleiche Spannung erlitt, 46 Kilog., eine Zahl, die nur ein wenig grösser ist, als die mittlere durch directe Versuche gefundene. Dieser Unterschied kommt wahrscheinlich auf Rechnung des Kreises, wodurch die Kugel an der Löthstelle verstärkt war, und der etwas bessern Beschaffenheit des Bleches.

Vergleicht man die Stärke des Bleies, wie sie sich aus directen Versuchen ergibt, mit der, welche Jardine in Edinburg bei seinen Versuchen über cylindrische Röhren gefunden hat, so findet man eine völlige Uebereinstimmung. Daher kann man durch Rechnung die Stärke der Gefässe richtig bestimmen.

Eisenblech.

Bei diesen Versuchen wurde das Blech an einem Ende fest aufgehängt, am anderen Ende eine Platte befestiget, auf welche die Gewichte gelegt werden konnten. Das Werkzeug zum Messen der Dimensionen gab mittelst eines Nonius $\frac{1}{10}$ Millimeter.

Erster Versuch. Das Blechstück, welches der Länge nach geplättet war, endigte sich in zwei Ringe von demselben nur etwas breiteren Bleche.

Einer derselben ging durch ein auf zwei Unterlagen ruhenden Eisenstück, der andere nahm einen Haken mit der Schale auf. Die Länge des Bleches betrug $0^m{\cdot}045$, die Breite in der Mitte $0^m{\cdot}009$ an jeden Enden $0^m{\cdot}0095$, die Dicke $0^m{\cdot}0015$. Die zwei Zeichen, welche vor dem Versuche mit Zirkelspitzen darauf gemacht wurden, waren $0^m{\cdot}0366$ von einander entfernt. Als die Belastung 252 Kilog. betrug, war

diese Entfernung noch nicht merklich vergrössert, bei 363 K. betrug sie $0.^m037$, bei 463 K. $0.^m0392$. Das Stück brach in der Mitte bei 488 K., einen Augenblick, nachdem die letzten 25 K. zugelegt wurden, jedoch bevor die Verlängerung gemessen werden konnte. Das Blech ward sehr gut befunden. Nach dem Zerreissen betrug die Breite nahe am Bruche $0.^m0084$ die Dicke $0.^m001$.

Zweiter Versuch. Das Blechstück glich dem vorigen. Es war $0.^m048$ lang, $0.^m0063$ in der Mitte und 0.0068 an jedem Ende breit, $0.^m0015$ dick, die beiden Puncte waren $0.^m04$ von einander entfernt. Bei der Belastung von 294 K. trat keine Verlängerung ein. Bei 319 K. betrug obige Entfernung $0.^m0403$, bei 344 K. $0.^m0406$, bei 354 K. $0.^m0409$, bei 369 K. $0.^m0419$, bei 374 K. $0.^m0423$. Bei letzterer Belastung brach das Blech in der Mitte, einen Augenblick nachdem man den Abstand der beiden Puncte von einander gemessen hatte. Das Blech war wieder sehr gesund. Nach der Trennung betrug die Breite $0.^m0059$, die Dicke $0.^m0014$.

Dritter Versuch. Mit einem ähnlichen Blechstücke, dessen Länge $0.^m036$, die Breite in der Mitte $0.^m0073$, an beiden Enden $0.^m0076$, die Dicke $0.^m0026$ betrug. Die beiden Zeichen standen um $0.^m032$ von einander ab. Diese Entfernung wurde bis zu einer Belastung von 663 K. nicht merklich grösser, bei 713 K. betrug sie $0.^m0033$, bei 738 K. $0.^m0346$, bei 788 K. $0.^m0348$. Es brach in der Mitte bei 823 K. Belastung ohne dass man die Verlängerung messen konnte. Die Breite an der Bruchstelle war $0.^m007$, die Dicke $0.^m0022$.

Vierter Versuch. Ein ähnliches Blech von

$0^m\cdot035$ Länge, in der Mitte $0^m\cdot0083$, an beiden Enden $0^m\cdot0086$ breit, und $0^m\cdot0024$ dick. Die Zeichen standen $0^m\cdot03$ von einander ab. Diese Distanz wurde bis zur Belastung von 610 K. nicht grösser; bei 635 K. wurde sie $0^m\cdot0301$, bei 660 K. $0^m\cdot0302$, bei 770 K. $0^m\cdot0303$, bei 795 K. $0^m\cdot0304$, bei 810 K. $0^m\cdot0305$. Die Belastung wurde stets nur um 5 oder 10 K. vermehrt. Die Verlängerung wuchs bis zur Belastung von 905 K., wo die Entfernung der beiden Zeichen $0^m\cdot00332$ betrug. Der Bruch erfolgte in der Mitte. Das Blech war sehr gesund und ganz feinkörnig. Nach der Trennung war es $0^m\cdot0082$ breit und $0^m\cdot00207$ dick.

Fünfter Versuch. Ein ähnliches Blech $0^m\cdot0078$ in der Mitte, $0^m\cdot0081$ an beiden Enden breit, $0^m\cdot0015$ dick. Abstand der beiden Zeichen $0^m\cdot04$. Dieser blieb unverändert bis zur Belastung von 356 K.; bei 376 K. betrug er $0^m\cdot0405$, bei 436 K. $0^m\cdot0411$, bei 461 K. $0^m\cdot00422$. Die Trennung erfolgte in der Mitte unter 470 K. Das Blech war gesund und körnig.

Sechster Versuch. Ein Blechstück von gleicher Beschaffenheit, $0^m\cdot0073$ in der Mitte, $0^m\cdot0079$ an jedem Ende breit, $0^m\cdot0023$ dick. Entfernung der beiden Zeichen $0^m\cdot05$. Sie blieb unverändert, bis die Belastung auf 286 K. stieg. Bei 336 K. war sie $0^m\cdot0502$, bei 486 K. $0^m\cdot0504$, bei 536 K. $0^m\cdot0506$, die Verlängerung dauerte fort, wobei das Blech bei 686 K. zerriss, wo die beiden Zeichen um $0^m\cdot0536$ von einander abstanden. Es hatte ein feines und gleichförmiges Gefüge.

Siebenter Versuch. Das Blechstück glich den vorigen, nur stand sein Längenende auf der Richtung des Plättchens senkrecht. Die Länge be-

trug $0^{m}.045$, die Breite in der Mitte $0^{m}.0061$, an jedem Ende $0^{m}.0065$, die Dicke $0^{m}.001$. Die Entfernung beider Zeichen $0^{m}.04$. Bis zur Belastung von 216 K. trat keine merkliche Verlängerung ein. Bei 226 K. wurde jener Abstand $0^{m}.0401$, bei 231 K. $0^{m}.0405$, bei 241 K. $0^{m}.0408$. Die Trennung erfolgte in der Mitte. Die Bruchfläche zeigte ein feines, nicht körniges Gefüge.

Achter Versuch. Ein ähnliches Blechstück: Breite in der Mitte $0^{m}.0072$, an jedem Ende $0^{m}.015$, Dicke $0^{m}.0022$. Abstand der beiden Zeichen $0^{m}.098$. Diese schien zu wachsen anzufangen bei 256 K. Belastung; bei 381 K. war sie $0^{m}.0984$, bei 481 K. $0^{m}.099$. Bei 531 K. erfolgt die Trennung in der Mitte. Das Gefüge nicht sehr feinkörnig; an einzelnen Schichten schienen die Theile nicht völlig zusammenzuhängen.

Neunter Versuch. Das Blechstück, dem vorigen ähnlich, war in der Mitte $0^{m}.007$: an jedem Ende $0^{m}.015$ breit und $0^{m}.0015$ dick. Abstand beider Zeichen $0^{m}.0904$ der bei 286 K. zu wachsen anfing. Bei 316 K. war sie $0^{m}.0908$, bei 346 K. $0^{m}.0918$. Bei 351 erfolgte die Trennung. Die Bruchfläche wie vorhin, nur das Korn feiner.

Zehnter Versuch. Breite des Stückes in der Mitte $0^{m}.0073$, an dem Ende $0^{m}.015$; Dicke $0^{m}.0011$. Abstand der 2 Zeichen $0^{m}.0905$. Er schien bei 156 K. zu wachsen. Bei 266 K. betrug er $0^{m}.0907$, bei 219 K. $0^{m}.0914$, bei 311 K. $0^{m}.0922$. Das Stück brach bei 316 K. Der Bruch feinkörniger als vorher, sonst ähnlich.

Kupferblech.

Eilfter Versuch. Dieser wurde mit einem Ring gemacht, von $0^{m}.18$ Länge und $0^{m}.048$ Breite, der

die Gestalt eines von 2 Halbkreisen geschlossenen Rechteckes hatte. Ein Halbkreis stützte sich auf zwei runde Eisenstücke von $0^{m}.048$ Durchmesser, der andere trug die Schale mit den Gewichten. Die Löthung war an einem der zwei Halbkreise gemacht. Die Breite des zum Ringe verwendeten Kupferstreifens betrug $0^{m}.0112$, die Dicke $0^{m}.0012$. Die Entfernung der zwei an den geraden Seiten angebrachten Zeichen von einander war $0^{m}.09$. Unter 145 K. Belastung war diese nicht merklich geändert. Bei 252 K. war diese Entfernung $0^{m}.0907$, bei 302 K. $0^{m}.0912$. Dieser Abstand wuchs noch weiter fort und betrug bei 535 K. $0^{m}.1177$, bei 538 K. $0^{m}.1365$; es riss dann in der Mitte der zwei geraden Seiten. Die Bruchfläche zeigte mit einer Loupe ein sehr feines Korn. Bei der Verlängerung nahm die Breite und Dicke ab, bis die Trennung erfolgte. Nach dieser betrug die Breite $0^{m}.0098$, die Dicke $0^{m}.001$. Da jede Seite die halbe Last trug, wurde auch nur die Hälfte des ganzen Gewichtes notirt.

Zwölfter Versuch. Ein ähnlicher Ring, von $0^{m}.0116$ Breite, $0^{m}.0018$ Dicke. Abstand der zwei Zeichen $0^{m}.115$. Sie schien bis 486 K. nicht zu wachsen. Bei 536 K. war sie $0^{m}.1158$, bei 581 K. $0^{m}.11605$. Nach der Entlastung blieb dieser Anstand gleich $0^{m}.11595$. Bei neuer Belastung vergrösserte er sich nicht merklich, bis sie 525 K. betrug, wo sie auf $0^{m}.1162$ wuchs. Bei 625 K. war sie $0^{m}.1168$, bei 675 K. $0^{m}.1185$. Hierauf nahm sie fortwährend zu, bis 915 K. wo sie $0^{m}.1401$ betrug. Unter 925 K. brach das Stück beim Anfang der Biegung. Die Breite nach der Trennung war $0^{m}.0105$, die Dicke $0^{m}.017$.

Bleiblech.

Dreizehnter Versuch. Dieser Versuch wurde mit einem Stück Blei gemacht, das in Form eines Rechteckes von einer Bleiplatte abgeschnitten ward. Jede von den zwei Extremitäten wurde mittelst eines Nagels zwischen zwei Breter befestigt und diese an ein Eisenstück angebunden, das die Wagschale trug und welches als Stütze diente. Die Länge des viereckigen Stückes betrug $0^m \cdot 11$, die Breite $0^m \cdot 0304$, die Dicke $0^m \cdot 0033$. Die beiden Zeichen waren um $0^m \cdot 07$ von einander entfernt. Diese Entfernung änderte sich nicht bis zu einer Belastung von 96 Kl. Als man es entlastet und hierauf mit 106 Kl. belastet hatte, fand man diese Distanz gleich $0^m \cdot 0709$. Unter 111 K. betrug sie $0^m \cdot 0713$, unter 121 K. $0^m \cdot 0722$, unter 151 K. $0^m \cdot 076$. Das Bleistück blieb dabei immer rechteckig, die Breite ward aber $0^m \cdot 0293$, die Dicke auf $0^m \cdot 0785$. Unter 161 K. brach das Blei, bald nachdem man die letzten 5 K. zugelegt hatte. Das Auge konnte die sehr merkliche Verlängerung, die dem Zerreissen vorausging, leicht bemerken. Der Bruch erfolgte nahe an einem Ende, das sich ein wenig gedreht hatte. Das Blei zeigt keinen transversalen Bruch wie das Eisen und Kupfer, indem es sich sehr stark dehnt; aber die Breite und Dicke, die sich doch an jeder anderen Stelle ganz gleichförmig verminderten, erlitten nahe an der Bruchstelle eine starke Verminderung, so dass sich die Bruchfläche in eine Art Schneide verwandelte, die einem Schraubenzieher glich. Die so stark an den Dimensionen eingegangene Stelle war 1 — 2 Centimeter lang.

Vierzehnter Versuch. Ein dem vorigen ähnliches Stück, dessen Breite $0^{m}.0202$, dessen Dicke $0^{m}.0033$ betrug. Die Entfernnng beider Zeichen von einander war $0^{m}.08$. Diese blieb bis zur Belastung von 56 K. unverändert, unter 76 K. wurde sie $0^{m}.0818$, unter 86 K. $0^{m}.0849$, unter 111 K. $0^{m}.0883$. Die Breite reducirte sich auf $0^{m}.0192$, die Dicke auf $0^{m}.0031$. Das Stück brach langsam in der Mitte bei 116 K.

Fünfzehnter Versuch. Ein ähnliches Stück von $0^{m}.0147$ Breite und $0^{m}.0033$D. Die Distanz der Zeichen betrug $0^{m}.08$, sie änderte sich nicht bis 46 K. Belastung, unter 51 K. war sie $0^{m}.0804$, unter 61 K. $0^{m}.0812$, unter 76 K. $0^{m}.0862$. Da betrug die Breite $0^{m}.0141$, die Dicke $0^{m}.0032$. Unter 77 K. standen die Zeichen um $0^{m}.089$ von einander ab und unter 78 K. riss das Stück langsam.

Sechzehnter Versuch. Mit einem ähnlichen Stücke, das $0^{m}.0312$ breit, $0^{m}.0024$ dick war. Die Distanz der Zeichen betrug $0^{m}.09$. Sie wurde unter einer dem Gewichte des Stückes gleichen Last von 36 K. $0^{m}.0906$, unter 41 K. $0^{m}.091$, unter 61 K. $0^{m}.0975$. Es verlängerte sich langsam und riss bei 63 K. Die Schale konnte sich bei der ersten Belastung nicht wenden und doch drehte sich das Bleistück ein wenig. Als man aber der Schale eine Wendung gestattete, kehrte das Stück wieder in die alte Lage zurück. Beide Stücke haben sich wie oben gesagt wurde, stark gezogen.

Siebenzehnter Versuch. Mit einem ähnlichen $0^{m}.0296$ breiten und $0^{m}.0024$ dicken Stücke, an dem die Zeichen $0^{m}.09$ von einander entfernt waren. Diese Entfernung fing unter 51 K. an zu wachsen, war

unter 51 K. $0^{m}.0905$, unter 61 K. $0^{m}.0914$, unter 81 K. $0^{m}.0972$ wo die Breite $0^{m}.0286$, die Dicke $0^{m}.0022$ betrug. Unter 86 K. brach das Stück langsam.

Achtzehnter Versuch. Ein ähnliches Stück, $0^{m}.0165$ breit, $0^{m}.0024$ lang. Die Entfernung der Zeichen war $0^{m}.085$, sie schien nicht zuzunehmen bis zur Belastung von 26, 3 K.; unter 28, 3 K. war sie $0^{m}.0855$ unter 33, 3 K. $0^{m}.0872$, unter 40, 3 K. $0^{m}.0913$. Die Breite des Stückes betrug da $0^{m}.0159$, die Dicke verminderte sich nicht merklich; unter 41, 3 K. verlängerte es sich langsam und zerriss dann.

Glas.

Neunzehnter Versuch. Dazu diente mir eine an beiden Enden mit kreisrunden Ringen versehene Glasröhre, die man leicht an den Enden befestigen konnte. Die Länge von einem Ring zum anderen betrug $0^{m}.155$, der äussere Durchmesser $0^{m}.0048$ bis $0^{m}.0049$, der innere $0^{m}.0022$ bis $0^{m}.0023$. Die Schale wurde langsam mit Sand belastet. Die Röhre brach auf einmal an mehreren Stellen bei 44,4 K.

Zwanzigster Versuch. Mit einer ähnlichen Röhre, an welche die Ringe mit Siegellack befestiget, waren. Der äussere Durchmesser betrug $0^{m}.0068$ bis $0^{m}.007$, der innere $0^{m}.0034$ bis $0^{m}.0035$. Sie brach nahe an einem Ende bei 71,9 K.

Ein und zwanzigster Versuch. Mit einer Röhre von $0^{m}.0068$ — $0^{m}.0071$ äusserem und $0^{m}.0034$ — $0^{m}.0035$ innerem Durchmesser. Sie brach in der Mitte bei 65,9 K.

Zwei und zwanzigster Versuch. Der äussere Durchmesser der Röhre $0^m.0054$ — $0^m.0058$, der innere $0^m.0024$ — $0^m.0025$. Sie brach nahe an einem Ende unter 50,4 K.

Drei und zwanzigster Versuch. Mit einer massiven Glasstange. Die Enden wurden im Feuer aufgestauet, langsam erkaltet, und ein grosser Knopf mit Siegellack daran befestiget, an welcher die Schnur festen Platz fassen konnte; der Durchmesser betrug an einem Ende $0^m.0064$ — $0^m.0065$ am anderen $0^m.0070$ — $0^m.0071$. Sie brach nahe am dünneren Ende unter 54,9 K.

Vier und zwanzigster Versuch. Eine ähnliche Stange. Sie brach unter 110 K. Der Durchmesser an der Bruchstelle betrug $0^m.0065$ — $0^m.0066$.

Fünf und zwanzigster Versuch. Eine ähnliche Stange aus Krystallglas von $0^m.75$ Länge. Sie brach ohne Erschütterung unter 164 K. als man 1 K. zulegte. Die Trennung erfolgte zugleich an mehreren Stellen. Der kleinste Durchmesser an der dem Bruche nahen Stelle war $0^m.0095$ — $0^m.0097$, der grösste $0^m.0099$ — $0^m.01$.

Sphärische Gefässe durch inneren Druck zerbrochen.

Sechs und zwanzigster Versuch. Es wurde ein sphärisches Gefäss von zwei Halbkugeln von Eisenblech verfertiget, die durch Hämmern aus Blech getrieben waren. Beide Stücke legten sich am Rande $0^m.01$ über einander nach der Richtung eines grössten Kreises der Kugel, und waren dadurch verbunden und

aneinander gelöthet. An einen Punct dieses grössten Kreises war eine Röhre von $0^m 03$ Durchmesser angelöthet, welche durch eine nach der Richtung der Axe durchbohrte Schraube geschlossen werden konnte, mit der man den inneren Raum der Kugel mit einer hydraulischen Presse in Verbindung setzen konnte. Eine andere ähnliche aber hermetisch geschlossene Oeffnung war an einem der Pole des grössten Kreises angebracht und diente dazu, um sich der Güte der Löthung versichern zu können. Ein äusserer Durchmesser der Kugel nach der Richtung des grössten die Löthung enthaltenden Kreises betrug $0^m 337$, der darauf senkrechte $0^m 323$, die Blechdicke war $0^m 0026$. Die hydraulische Presse trieb das Wasser in ein Behältniss, mit welchem das Innere der Kugel mittelst einer Röhre in Communication stand. Dieses Behältniss hatte an der oberen Seite in einer horizontalen Fläche eine Oeffnung, die genau einen Quadratcentimeter hielt; diese wurde mit einer kleinen Lederplatte bedeckt und diese durch Gewicht belastet. Als am Hebel die Presse zu spielen anfing, traten rings um das Leder Wassertropfen heraus zum Beweise, dass der Druck der Presse die Belastung der Platte übertraf. Selbst nachdem der Hebel zu spielen aufgehört hatte, trat noch Wasser hervor, weil es früher zusammengedrückt war, und sich um so weiter ausdehnte. Die Platte war bis 138 K. belastet, und die Kugel wich noch nicht, als aber die Belastung 144 K. betrug, bildete sich $0^m 05$ von der Löthstelle eine $0^m 035$ lange Spalte, durch die das Wasser herausspritzte.

S i e b e n u n d z w a n z i g s t e r V e r s u c h. Mit einem ähnlichen Gefässe; der äussere Durchmesser in dem

die Löthuug war, betrug 0^m 285 der darauf senkrechte 0^m 279, die Blechdicke 0^m 0024. Die Kugel widerstand, als die Platte mit 159 K. belastet war, brach aber bei 163 K. indem sie 0^m 12 von der Löthstelle eine kleine Spalte bekam.

Folgende Tabelle enthält die Resultate dieser Versuche:

	Breite	Dicke	Gewicht, welches bewirkte		Gewicht, welches die Trennung bewirkt, bei einem Querschnitte von	
	Mill.	Mill.	die erste Verlänger. Kil.	die Trennung Kil.	1 Quadrat Mill. Kil.	1 Wiener Quadrat-Linie. Wiener Pfund.
Eisenblech nach dem Striche.	9	1.5	363	488	36.1	31.05
detto	6.3	1.5	319	374	39.6	34.06
detto	7.3	2.6	713	823	43.3	37.24
detto	8.3	2.4	635	905	45.4	39.04
detto	7.8	1.5	376	461	39.4	33.88
detto	7.3	2.3	336	686	40.9	35.17
Mittelwerth . .	...	...	......	......	40.8	34.5
Eisenblech (senkrecht auf den Strich)	6.1	1.0	216	241	39.5	33.97
	7.2	2.2	381	531	33.5	28.81
detto	7	1.5	286	351	33.4	28.72
detto	7.3	1.1	266	316	39.3	33.80
Mittelwerth . .	...	...	......	......	36.4	31.32
Kupferblech	11.2	1.2	123	269	20	17.20
detto	11.6	1.8	268	463	22.2	19.09
Mittelwerth . .	...	...	......	......	21.1	18.14
Bleiblech	30.4	3.3	106	166	1.65	1.42
detto	20.2	3.3	76	116	1.74	1.50
detto	29.6	2.4	46	86	1.21	1.04
detto	31.2	2.4	36	63	0.84	0.72
detto	14.7	3.3	51	78	1.61	1.38
detto	16.5	2.4	28.3	41.3	1.04	0.89
Mittelwerth . .	...	...	......	......	1.35	1.17

	Breite	Dicke	Gewicht, welches bewirkte		Gewicht, welches die Trennung bewirkt, bei einem Querschnitte von	
	Mill.	Mill.	die erste Verlänger. Kil.	die Trennung Kil.	1 Quadrat Mill. Kil.	1 Wiener Quadrat-Linie. Wiener Pfund.
	Innerer	äusserer				
	Durchmesser					
Glasrohr . . .	2.3	4.85		44.4	3.1	2.66
detto	3.45	7		71.9	2.47	2.12
detto	3.45	6.95		65.9	2.3	1.98
detto	2.45	5.6		40.4	2.03	1.75
Massive Glasstange	—	6.45		54.9	1.68	1.44
Ein Stück derselb.	—	6.55		110	3.26	2.70
Stange aus Krystgl.	—	9.6		164	2.27	1.95
Mittelwerth . .	....	....		.....	2.48	2.09

Die letzte Columne wurde eigens zum inländischen Gebrauche berechnet.

VI. Etwas über Brom, vom Dr. Rudolph von Spécz, Assistenten bei der Lehrkanzel der Chemie an der Universität zu Wien.

Im chemischen Laboratorium der Universität, wurden 100 Pfund Triestiner Meerwasser, bis auf den Rückstand von 10 Pfund abgedampft, in diesen ward Chlor geleitet, worauf das Wasser die Farbe einer sehr verdünnten Chlorlösung erhielt; und nun mit Stärkeauflösung versucht, zeigte sich in demselben keine Veränderung.

Dieses chlorhältige Wasser ward sodann mit Schwe-

fel-Aether geschüttelt, worauf sich der oben aufschwimmende Aether gelblichroth färbte, der gefärbte Aether wurde durch einen Saugheber abgezogen, und mit Aetzkali versetzt, worauf die Farbe des Aethers verschwand; die ungefärbte ätherische Lösung aber ward bei gelinder Wärme abgedunstet, und auf diese Weise wurden kubische Krystalle erhalten, welche 5 Grane wogen. —

Das auf die angeführte Art erzeugte Kalium-Bromid ward mit etwas braunem Manganperoxyde versetzt, und auf dieses Gemenge mit Wasser verdünnte Schwefelsäure gegossen. Als nun die kleine Retorte durch die Weingeistflamme erwärmt war, entwickelten sich anfangs weisse und später erst gelblichrothe Dämpfe, die zu hyacinthrothen Tropfen verdichtet, durch den eigenthümlichen Geruch sich deutlich genug als Brom zu erkennen gaben. —

Der eigene unangenehme Geruch des Brom's, ähnlich jenem des Jod-Chlorid's, und der Umstand, dass Herr Balard immer Brom mit Jod in Gesellschaft fand, und durch Chlor ausschied, bewogen mich, das Jodprochlorid und Jodperchlorid auf folgende Weise zu prüfen:

Das dunkel gelbrothe Jodprochlorid sowohl, als auch das hyacinthfarbne Jodperchlorid versetzte ich mit Aether, worauf die rothe Farbe sogleich verschwand und der Aether schwach gelb gefärbt wurde; als nachher Aetzkali hinzugesetzt ward, färbte sich die Flüssigkeit nach und nach roth vom sich ausscheidenden Jod, doch auch die rothe Farbe verschwand allmählig, so wie sich das Jod in Schuppen mehr und mehr ab-

setzte. Man könnte folglich folgende Parallele zwischen Brom und Jodchlorid ziehen:

Brom	*Jodchlorid*
Farbe, Geruch	analog
färbt den Aether hyacinthroth, welche (Farbe) verschwindet vom hinzugegebenen Aetzkali.	die Farbe der Jodchloride verschwindet durch Aether, wird hellgelb, und erst nach hinzugebenem Aetzkali roth.
Die abgedunstete ätherische Lösung gibt kubische Krystalle.	Die abgedampfte Lösung gibt keine Krystalle.

Bei diesem Meerwasser aus Triest ist somit das merkwürdig, dass in demselben das Brom ohne Jod vorkömmt, (was auch Hr. Professor Hermbstädt im todten Meere gefunden zu haben angibt), und dass die Stärkeauflösung nicht die geringste Veränderung hervorbringt, wahrscheinlich weil das Brom in zu geringem Verhältnisse zugegen ist; denn diese 5 Grane Kalium Bromid, welche aus 100 Pfund Meerwasser erzielt wurden, bestanden aus

3,278 Brom, und
1,722 Kalium
5,000 Grane Kalium-Bromid.

Vorausgesetzt die stöchiometrische Zahl des Sauerstoffes sei 10, ist jene des Brom's 93,26. —

VII. Neue und verbesserte physikalische Instrumente und Methoden.

1.

Eine neue Wage vom Mechanikus Werner *) in Wien.

Diese Wage gleicht im Aeusseren einer Sortirwage und ist in Fig. 2 dargestellt. Sie besteht aus einem Balken abc, der an einem Ende eine Wagschale d trägt, am anderen c hingegen über einem eingetheilten Kreisbogen von 6 Z. im Durchmesser egf spielt. Der ganze Apparat ist mit einem Postamente A versehen, und kann durch Stellschrauben h i k in eine solche Lage gebracht werden, dass eine bestimmte Sehne des Kreisbogens vertical steht.

Der Wagebalken ist in B besonders abgebildet. Er stellt einen zweiarmigen, ungleicharmigen Hebel vor, dessen längerer Arm bc aus zwei rechtwinklig mit einander verbundenen Stücken bc und lm besteht. Der Schwerpunct des Balkens und der an dem kürzeren Arm eingehängten Wagschale liegt ausserhalb der Drehungsaxe b und zwar im längeren Arme, und er kann seine Lage ändern, weil jeder der 2 Theile bc und lm mit einem verschiebbaren Gewichte n und m versehen ist. Der Theil bc endiget sich in eine Spitze, die zugleich als Zeiger dient. An der Drehungsaxe b ist ein auf der Ebene des Hebels senkrechter cylindrischer Stift eingesetzt, der nach der Richtung seiner Axe

*) Mechanikus Werner wohnt in Maria Hülf, Hauptstrasse Nr. 35.

kleine Vertiefungen hat, in welche zwei Spitzen passen, die in der an dem Halbmesser des Kreisbogens egf befestigten Gabel o angeschraubt sind und genau auf das Centrum des Kreisbogens zielen.

Im unbelasteten Zustande spielt die Spitze des Zeigers c über dem Nullpuncte der auf dem Kreisbogen verzeichneten Scale, falls das Postament so steht, dass eine Sehne des Bogens, die durch einen feinen Strich am oberen und unteren Theil desselben bezeichnet ist, eine verticale Lage hat. Ist diese Lage nicht vorhanden, so muss man durch die Schrauben h, i, k, mit denen der obere Theil des dreieckigen Tischblattes auf dem unteren ruht, diese Lage herstellen, welches man leicht mittelst eines Perpendickels verrichtet, das man an den Bogen anlegt, so dass der Faden in die Richtung der zwei Striche am Bogen fällt. Sollte zwar der Faden mit den zwei Linien übereinstimmen und doch der Zeiger noch nicht auf den Nullpunct hinweisen, so ist dieses ein Zeichen, dass das Gewicht n nicht an der rechten Stelle sich befindet. Durch sanftes Verschieben desselben wird man bald den Zeiger auf den rechten Punct hinführen können.

Legt man nun irgend einen Körper auf die Wagschale d, so steigt der Hebel, und der Zeiger gibt am Gradbogen das zugelegte Gewicht an. Es ist klar, dass man die nöthige Scale am Bogen durch Versuche bestimmen könnte; bei den gewöhnlichen Sortirwagen ist dieses wirklich der Fall. An Werners Wage hingegen ist die Theilung nach der Theorie berechnet und dieser gemäss genau ausgeführt. An dem Exemplare, welches hier beschrieben wird, reicht die Scale von

o Pf. bis 25 Pf. und der Abstand zweier zunächst aufeinander folgender Theilstriche entspricht dem Gewichtsunterschiede von einem Loth. Allein man kann den Balken, mit dem man bis 25 Pf. wiegt, mit einem anderen verwechseln, der viel zarter gebaut ist, und mit dem man von o Loth bis 25 L. wiegt, und die Scale zeigt unmittelbar $\frac{1}{32}$ Loth = 7.5 Gran an. Werner baut aber auch solche Wagen, die von o Pf. bis 200 Pf. reichen und nur wenig grösser sind, als die hier beschriebene. Jedoch nicht die Empfindlichkeit ist es, die diese Wage empfiehlt, sondern der anderweitige ausgedehnte Gebrauch derselben. Abgesehen davon, dass man mit derselben schnell das Gewicht eines Körpers findet, worin sie vor den früher schon bekannten Wagen keinen Vorzug behauptet; so lässt sie sich zu vielen anderen Zwecken brauchen, und zwar

1) Wiewohl die Scale ursprünglich nur für Wienergewichte eingerichtet ist, so kann man damit doch auch nach dem Gewichte jedes Landes abwägen. Man wollte z. B. einen Körper nicht nach Wiener, sondern nach Nürnberger Handelsgewicht abwägen, so lege man ihn in die Wagschale und bestimme sein Gewicht nach Wienerpfunden. Gesetzt er wäge 10 Pf. Da man nun weiss, das Wiener Pfund verhält sich zum Nürnberger Handelspfund wie 560012 : 509782, so erfährt man leicht, dass genannte 10 Pf. im Wienergewichte 10 Pf. 31 $\frac{1}{2}$ Lth. im Nürnbergergewichte geben. Stellt man nun das verschiebbare Gewicht n so, dass der Zeiger statt auf 10 Pf. auf 10 Pf. 31 $\frac{1}{2}$ Lth. weiset, so gibt die Wage alle anderen Gewichte im Nürnberger Handelsgewichte an. Noch kürzer kommt man zum Ziele, wenn man auch nur ein Stück des

Gewichtes hat, nach dem man wägen will, wie z. B. in unserem Falle ein Stück von etwa 2 Pf. Nürnbergergewicht. Dieses legt man auf die Wagschale, und verschiebt das Gewicht n, bis der Zeiger auf 2 Pf. zeiget. Man könnte dieses Geschäft, wenn es einem darum zu thun wäre, noch bedeutend abkürzen, wenn man auf dem Arme, wo sich das verschiebbare Gewicht n befindet, eine Scale verzeichnete, die den für jedes Landesgewicht nöthigen Stand des Gewichtes n angäbe. Dieser Gebrauch dürfte vorzüglich da vom Nutzen seyn, wo man mehrere Gewichte nach einem Massstabe in die nach einen anderen zu verwandeln hat. Eine einzige Rechnung reicht hin, diese Verwandlung mittelst der Wage für jede beliebige Anzahl von Resultaten zu machen.

2) Soll ein Körper in einer bestimmten Anzahl gleicher oder auch ungleicher nach einem bestimmten Gesetze fortschreitender Theile abgetheilt werden, so leistet man dieses mit der hier beschriebenen Wage ungemein leicht. Gesetzt man hätte einen Körper in drei Theile zu theilen, die sich zu einander verhalten, wie $1 : 3 : 5\frac{1}{2}$, so lege man diesen Körper auf die Wagschale, und verrücke das Gewicht n so lange, bis der Zeiger auf $1 + 3 + 5\frac{1}{2} = 9\frac{1}{2}$ weiset. Legt man nun so viel von dieser Masse auf die Wagschale, bis der Zeiger auf 1, dann bis er auf 3 und endlich bis er auf $5\frac{1}{2}$ weiset, so hat man die Aufgabe gelöset. Eine Auflösung dieses Problems mit gewöhnlichen Wagen ist nicht nur viel mühsamer, sondern auch desshalb sehr schwierig, weil man die zur vorgeschriebenen Abtheilung nöthigen Gewichte oft gar nicht besitzt. Es ist klar, dass die Abtheilung

eines Körpers in gleiche Theile nach demselben Grundsatze gemacht wird. Bei chemischen Verbindungen, wo die Bestandtheile in einem bestimmten Gewichtsverhältnisse genommen werden müssen, um ein beabsichtigtes Product zu erhalten, führt die genannte Wage auf kurzem Wege zu einem sehr richtigen Resultate.

2.

Seebecks Polarisationsapparat.

(Fischers mechanische Naturlehre. Berlin 1827.)

Seebecks ausgezeichnete Verdienste um die Kenntniss der Polarisationsphänomene und ihrer Gesetze sind so gross, dass gewiss jeder Freund der Optik die Geräthschaft kennen zu lernen wünschen wird, wodurch dieser verdienstvolle Gelehrte so glücklich die Geheimnisse der Natur zu entschleiern vermochte.

Fig. 3 stellt diese ungemein einfache Vorrichtung vor; ab ist ein etwa 3 Fuss langes und beiläufig einen Fuss breites Bret, an dessen beiden Enden zwei andere Holzstücke ac und bd rechtwinkelig verbunden sind. An diesen sind die zwei Polarisationsspiegel e und f mittelst prismatischer Holzstücke so angebracht, dass ein Lichtstrahl, dass auf e unter dem Winkel der vollkommenen Polarisation (35° 25′ gegen die Ebene eines gläsernen Spiegels) auffällt, und von ihm reflectirt wird, unter demselben Winkel auf den zweiten Spiegel f auffällt. Das Prisma, woran letzterer befestiget ist, ist mittelst eines runden Zapfens mit bd verbunden, so, dass durch Drehen dieses Zapfens die Einfallsebene auf den zweiten Spiegel unter jeden be-

liebigen Winkel gegen die Einfallsebene von e gestellt werden kann. Zur Bestimmung dieses Winkels kann am Ende des Zapfens ein Zeiger angebracht, und concentrisch mit ihm ein eingetheilter Kreis an der äusseren Fläche von bd gezogen seyn. Zwischen a und b ist ein anderes Bretstück senkrecht auf ab mittelst eines Zapfens eingelassen, so, dass die Ebene desselben gegen ac unter jedem beliebigen Winkel geneigt werden kann. Es stellt dieses Bret eigentlich eine Rahme vor, in deren Oeffnung jene Körper befestiget werden, die man dem polarisirten Lichte aussetzen will. Zur besseren Beleuchtung des Spiegels e ist ab mittelst einer in a angebrachten Charniere mit der eigentlichen Basis ag verbunden, und ein beweglicher Stift h erhält ab in jeder Neigung gegen ag.

3.

Neue Instrumente zur Bestimmung des Feuchtigkeitszustandes einer Luftmasse.

a) Ein Instrument für abgesonderte Luftmassen, von A. Baumgartner.

Die Vorzüge der Hygrometer von Daniell und Körner sind zu bekannt, als dass diese hier einer besonderen Empfehlung bedürften; auch wird jeder, der mit beiden Instrumenten zu thun gehabt hat, bald das letztere dem ersteren vorziehen. Daniell hat bekanntlich sein Instrument auch für abgesonderte Luftmassen eingerichtet, bei Körners Hygrometer ist mir keine Vorrichtung bekannt, die dasselbe leistete, ausser der, welche ich hier beschreibe, und die sich beim Gebrauche als einfach und zweckmässig bewährt.

A (Fig. 4) ist der Recipient, in welchem sich die Luftmasse befindet, deren Feuchtigkeitszustand untersucht werden soll. Er ist oben in a durchbohrt und in die Oeffnung ein silbernes gut vergoldetes Gefässchen, wie ein Fingerhut, gut luftdicht eingekittet. Will man einen hygrometrischen Versuch machen, so umwickelt man ein Thermometer mit freier Kugel mit so viel Musselin, dass sie noch leicht in das Metallgefäss geschoben werden kann, tröpfelt Schwefeläther darauf und beobachtet gerade so, wie bei Körners Hygrometer den Wärmegrad am Thermometer in dem Augenblicke, wo a sich mit einem feinen Thau überzieht.

Der fernere Gebrauch dieser Temperatur zur bestimmteren Ausmittelung des Feuchtigkeitszustandes ist wie bei den übrigen Hygrometern, die auf demselben Grundsatze beruhen.

Es hat nämlich die erkaltete Luftschichte im Recipienten, welche das Gefäss berührt, mit der übrigen Luftmasse einerlei Elasticität, und es ist im Augenblicke des Beschlagens das Verhältniss zwischen Luft und Dunst in der ganzen Masse gleich. Heisst nun τ die Expansivkraft der Wasserdünste in der Luft im Recipienten nach Daltons Tafel für die Temperatur des Bethauens, und p der Druck, unter welchem die Luft steht, und der vom äusseren Luftdruck verschieden seyn kann: so ist $p - \tau$ die der trockenen Luft entsprechende Spannkraft und $p - \tau : \tau$ das Verhältniss zwischen dem Volumen der trockenen Luft und des Dunstes. Gesetzt der Dunst halte den Druck p aus, ohne tropfbar zu werden, und es sei das Volumen der feuchten Luft $= 1$, so ist $\frac{\tau}{p}$ der von Dün-

sten eingenommene Theil. Nimmt man den Feuchtigkeitszustand, wo die Dünste das Maximum ihrer Spannkraft τ' haben, als Einheit an, so gibt der Ausdruck $\frac{\tau}{\tau'}$, den in unserem Falle herrschenden Feuchtigkeitszustand an.

b) Herapaths Verfahren und Instrument.

(Annals of philos. Aug. 1826.)

ABCD (Fig. 5) ist eine heberförmig gebogene, bei A offene, bei C und D mit einem Hahn versehene Glasröhre, wobei AB vertical steht; a und b sind die Oeffnungen für diese Hähne. Mittelst dieser Vorrichtung lässt sich nach 2 Methoden der Feuchtigkeitszustand der Luft ausmitteln:

1) Man schliesse die Hähne C und D, giesse in A so viel Quecksilber von der Temperatur der Luft, bis sich in der in CD zusammengepressten Luft die Dünste abzusetzen anfangen. Gesetzt, es geschehe dieses in dem Augenblicke, wo das Quecksilber in einem Schenkel bis r, im anderen bis s reicht, und die auf Luft in sD drückende Quecksilbersäule die Höhe m hat. Nennt man nun den herrschenden Luftdruck p, die Ausdehnsamkeit der Luft in Ds, τ, die im freien E, so hat man

$$\tau : E = p + m : p,$$

$$E = \frac{p}{p + m} \cdot \tau \,. \quad (1)$$

Da der in Ds enthaltene Wasserdunst mit der äusseren Luft einerlei Temperatur hat, und gerade daran ist, sich in tropfbares Wasser zu verwandeln, so ist auch seine Spannkraft gerade so gross, wie das

der Temperatur der Luft entsprechende Maximum. Demnach ist τ dieses Maximum, und man hat für die Spannkraft der Dünste in der Luft den Ausdruck (1), für die der trockenen Luft hingegen den Ausdruck

$$p - \frac{p\tau}{p+m} = \frac{p+m-\tau}{p+m} \cdot p \quad (2)$$

Denkt man sich ein mit feuchter Luft erfülltes Volumen $=1$, so erhält man den Theil x desselben, welcher den Dünsten zugehört, nach der Proportion

$$p : \frac{p}{m+p} \cdot \tau = 1 : x$$

mithin

$$x = \frac{\tau}{m+p}.$$

Eben so findet man den Feuchtigkeitszustand der Luft, indem man die Spannkraft der vorhandenen Dünste durch diejenige theilt, welche sie haben können, mithin durch den Ausdruck

$$\frac{p}{p+m}.$$

Da diese Methode offenbar dieselben Resultate geben muss, wie die vorige, so erhält man auch

$$\frac{\tau}{\tau'} = \frac{p}{p+m}.$$

Diese Methode hat den Vortheil, dass sie leicht zur Untersuchung kleinerer Luftmassen angewendet werden kann, und man braucht da nicht erst lange zu probieren, wie bei anderen Methoden, und kann den Versuch schnell öfters hinter einander wiederhohlen.

Da die vorige und diese Methode im Grunde zu demselben Resultate führen müssen, so kann man eine

durch die andere berichtigen. Jedoch hängt das Resultat jeder von der Beobachtung des ersten Thauabsatzes ab.

2) Man bringe in den Raum DC eine Portion atmosphärischer Luft, und giesse durch AB Quecksilber nach, schliesse den Hahn D, öffne C, und lasse ihn so lange offen, bis die Oberfläche des Quecksilbers nicht weiter sinken dürfte, ohne dem horizontalen Theil BC etwas zu benehmen. Ist dieses der Fall, so schliesse man den Hahn C, und messe den Druck p, welchen die in DC eingeschlossene Luft erleidet, nebst dem Volumen s, das sie einnimmt. Letzteres wird der Länge der Luftsäule proportionirt seyn, wenn die Röhre CD vollkommen cylindrisch ist. Ist p kleiner als der äussere Luftdruck, so wird auch die Spannkraft der eingeschlossenen Dünste kleiner seyn, als die der in freier Luft befindlichen.

Man giesse nun mehr Quecksilber in A nach, bis man aus dem Beschlagen des Glases in Ds abnehmen kann, es habe sich einiger Dunst condensirt, messe hierauf wieder den Druck auf die Luft, und den von ihr eingenommenen Raum. Es heisse ersterer p′, letzterer s′.

Dasselbe Verfahren wiederhohlt man so oft, als die Röhre AB noch Quecksilber fassen kann, und nenne den bei der nächsten Operation Statt habenden Druck p″, das Volumen der Luft s″.

Ist τ die Spannkraft, welche der Dunst bei der Temperatur der Luft haben kann, so drückt diese Grösse auch die Spannkraft des Dunstes in der comprimirten Luft bei beiden Versuchen aus. Man hat demnach

$$p' - \tau : p'' - \tau = s'' : s'$$

$$\tau = \frac{p's' - p''s''}{s' - s''} \quad (3)$$

und für die Ausdehnsamkeit der trockenen Luft in s' den Ausdruck

$$p' - \tau = \frac{p'' - p'}{s' - s''} \cdot s'' \quad (4)$$

Um zu erfahren, wie die Ausdehnsamkeit derselben in dem Raume s beschaffen seyn würde, bedenke man, dass sich die Ausdehnsamkeiten verkehrt wie die Volumina verhalten, und man bekommt

$$(4) \cdot \frac{s'}{s} = \frac{(p'' - p')s's''}{(s' - s'')s} \quad (5)$$

Aber im Raume s ist der Druck, dem die Dünste und die Luft unterliegen, p, mithin ist der Druck auf die Dünste für sich gegeben durch

$$p - (5) = \frac{ps(s' - s'') - s's''(p'' - p')}{(s' - s'')s} \quad (6)$$

Hält nun der Dunst denselben Druck aus, wie die Luft, so verhält sich der Antheil v trockener Luft, welche ein Volumen = 1 enthält, zum Antheil v' an Dünsten, so wie die Gleichung (5) zur Gleichung (6), und man hat

$$v : v' = (5) : (6)$$

$$v + v' : v' = (5) + (6) : (6)$$

aber $v + v' = 1$

mithin

$$v' = \frac{(6)}{(5) + (6)} = 1 - \frac{s's''(p'' - p')}{ps\,(s' - s'')} \quad (7)$$

Heisst s^{I} der Raum, welchen das aus Dunst und Luft bestehende Gemenge in dem Augenblicke einnimmt, wo sich der Dunst zu condensiren beginnt, so hat man:

$$s^r : s = (6) : \tau$$

$$s^r = (6) \frac{s}{\tau} = \frac{ps\,(s'-s'')-s's''(p''-p')}{p's'-p''s''} \quad (8)$$

und der gesammte in diesem Augenblicke Statt findende Druck ist

$$P \cdot \frac{s}{s^r} = \frac{(p's'-p''s'')\,ps}{ps(s'-s'')-s's''(p''-p')} \quad (9)$$

Heisst P der zur Zeit der Beobachtung Statt findende Luftdruck, so wird die Spannkraft der Dünste in der atmosphärischen Luft gefunden, wenn man $P\tau$ durch (9) theilt. Dadurch erhält man nach gehöriger Substitution des Werthes für τ

$$P. \frac{ps(s'-s'')-s's''(p''-p')}{ps\,(s'-s'')} \quad (10)$$

und daher ist der Dunstantheil in dem Volumen $= 1$ gegeben durch

$$ps\,\frac{(s'-s'')-s's''(p''-p')}{ps\,(s'-s'')} \quad (11)$$

vorausgesetzt, dass er unter dem Drucke P bei der bestehenden Lufttemperatur noch als ausdehnsam bestehen kann.

Theilt man (10) durch (3) so, bekommt man

$$P. \frac{ps\,(s'-s'')-s's''\,(p''-p')}{ps\,(p's'-p''s'')}$$

als den Ausdruck für die Feuchtigkeit der Luft, vorausgesetzt, dass die grösste mögliche Feuchtigkeit $= 1$ gesetzt wird.

Diese Methode ist unabhängig von der Kenntniss der Spannkraft der Dünste, die erst dadurch bestimmt werden kann. Das einzige, was zu ihrer Anwendung genau bestimmt seyn muss, ist die Capacität der Glas-

röhre an der Stelle, wo sich die zu prüfende Luft befindet. Es erleidet dieses Volumen zwar eine kleine Aenderung durch die Ausdehnung und Zusammenziehung der Luft und durch die Condensirung der Dünste, wobei Wärme frei wird, allein wenn man den rechten Zeitpunct benützet, so wird dieses auf das Resultat vielleicht keinen merklichen Einfluss nehmen. Man könnte dem Uebel dadurch abhelfen, dass man diesen Theil des Apparates in Wasser von bekannter Temperatur tauchte.

Vielleicht wird ein Charnier, das der Röhre AB eine beliebige Neigung zu geben gestattet, den Apparat noch besser machen, weil man durch das successive Neigen dieses Armes gegen die verticale Lage den Druck auf die Luft stufenweise wachsen machen, und so die unregelmässig erfolgende Vermehrung desselben, welche beim Zugiessen von Quecksilber Statt hat, vermeiden könnte. Das grösste Verdienst dieser Methode besteht ohne weiteres darin, dass sie ganz selbstständig ist. Sie gibt die Spannkraft der Dünste ohne vorläufige Bestimmung derselben, und befreiet die Resultate vom Einfluss delicater Gesichtswahrnehmungen, und lässt sich auf jede Menge irgend eines Gases so leicht anwenden, wie auf die atmosphärische Luft.

4.

Vortheilhafte Methode, Wasser zu hitzen, von E. Thomson.

(Phil. mag. and annals of phil. Feb. 1827.)

Die grosse Nützlichkeit warmer Bäder bestimmte Thomson, über eine Methode nachzudenken, durch

welche man in kurzer Zeit und mit wenig Brennmaterial eine zu einem Bade hinreichende Wassermenge auf die nöthige Temperatur bringen kann, und er erreichte seine Absicht vollkommen; denn die Wärmungsmethode, welche hier folgt, liefert mit weniger als 7 Pf. Kohlen innerhalb einer halben Stunde, vom Feuermachen an gerechnet, 40 Gallonen ($1\frac{1}{2}$ Eimer) Wasser von der Temperatur 98° F. (29° $\frac{1}{3}$ R.). Fig. 6 stellt den hierzu nöthigen Apparat vor. a ist der Wasserbehälter, von welchem das Wasser durch die Leitungsröhre b zur Stelle geleitet wird, wo es erwärmet wird. Es dringt nämlich diese Röhre in den Ofen A, in welchem sich ein 18 Z. hoher und 9 Z. dicker Cylinder befindet, der mitten im Feuer steht, und um den jene Röhre spiralförmig herumgeführt wird, in denselben hineingeht, und von da wieder gerade auswärts nach d geleitet wird, und das Wasser in den dazu bestimmten Behälter abgibt.

Die Spiralröhre soll aber einen Zoll weit vom Cylinder abstehen. Die Röhre b hat etwas unter dem Wasserbehälter bei c und bei ihrem Austritt aus dem Ofen einen Hahn f; vor diesem ist eine verticale oben offene Röhre e daran gesetzt. Oeffnet man den Hahn c, so fliesst das Wasser vom Behälter a durch b in die Spiralröhre; ist der Hahn f geschlossen, so muss es daselbst verweilen, und wird darin erhitzt. Sollte es zum Kochen kommen, so können die Dämpfe durch die Aufsatzröhre entweichen, und es ist nichts von ihnen zu befürchten. Oeffnet man den Hahn f, so beginnt das Wasser auszufliessen, und es folgt dann stets neues nach. Man kann den Hahn f gleich anfangs

so wie den Hahn c öffnen, weil das Wasser zum Badegebrauche schon beim blossen Durchgehen durch die Spiralröhre hinreichend warm wird, auch kann man durch den Hahn f die ausfliessende Wassermenge und dadurch die Temperatur, welche es haben soll, reguliren, indem offenbar letztere desto geringer seyn wird, jemehr man den Hahn öffnet. Braucht man siedendes Wasser oder Dampf, so wird wohl das Wasser im Cylinder einen starken Bodensatz machen, der herausgenommen werden kann, wenn man am unteren Theil des Cylinders einen Hahn anbringt. Nach einem dreijährigen Gebrauche ist ein solcher Apparat völlig unverletzt.

Ist die Wasserwanne in einerlei Höhe mit der Vorrichtung zum Hitzen, so braucht man auf die Regulirung der Hähne f und c gar keine Aufmerksamkeit zu verwenden, wenn man alles so einrichtet, wie Fig. 7 zeigt, in welcher alles wie vorhin bezeichnet ist. Füllt man die Wanne mit Wasser, öffnet die Hähne und macht dann Feuer; so wird durch die Wärme das Gleichgewicht im Wasser gestört, das erwärmte fliesst in die Wanne, und wird durch kaltes aus derselben ersetzt, so dass sich ein ununterbrochener Strom bildet, den man durch Absperren der Hähne f und c hemmen kann.

VIII. Fortschritte der Physik in der neuesten Zeit.

Wärme.

Die Lehre von der Wärme hat in der neuesten Zeit wohl keine so glänzenden Fortschritte gemacht, wie mancher andere Theil der Physik, z. B. die Optik, Electricitätslehre; indess sind doch einige wichtige Puncte durch die vereinten Bemühungen mehrerer Männer von ausgezeichneten Kenntnissen näher erörtert worden.

Thermometer. Wildt*) in Hanover hat zum Behufe des Thermometrographen von Rutherford, der aus einem Quecksilber- und einem Weingeist Thermometer besteht, beide Thermometer mit einander mittelst Rechnung verglichen, und gibt ihre correspondirenden Grade nach seiner Rechnung und nach de Luc's Beobachtungen an, wie folgt:

Quecks. Therm.	Weingeistthermometer	
	nach Wildt,	nach de Luc.
+ 80°	80°.00	——
75	73 .90	73.80
70	67 .95	67.80
65	62 .14	61.90
60	56 .48	56.20
55	50 .97	50.70
50	45 .60	45.30
45	40 .38	40.20
40	35 .31	35.10
35	30 .38	30.30

*) Kastner's Archiv B. 6 S. 299.

Quecks. Therm.	Weingeistthermometer nach Wildt,	nach de Luc.
30°	25 .60	25.60
25	20 .97	21.00
20	16 .48	16.50
15	12 .14	12.20
10	7 .95	7.90
5	3 .90	3.90
0	0 .00	0.00
— 5	3 .75	
10	7 .36	
15	10 .82	
20	14 .13	
25	17 .30	
30	20 .32	
35	23 .19	
40	25 .92	
45	28 .50	

Man war lange Zeit hindurch der Meinung, dass die Fundamentalpuncte eines Thermometers stets richtig bleiben, wenn sie ursprünglich gehörig bestimmt waren. Bellani machte zuerst die Physiker auf die Verrückung aufmerksam, welche der Erierpunct mit der Zeit erleidet; allein erst viel später bemerkte man, an dem Thermometer, welches im Keller der Pariser Sternwarte sich befindet, an einem anderen im botanischen Garten zu Genf und später an vielen anderen, dass der Frierpunct allenthalben zu hoch stehe. Die Ursache dieser Verrückung wurde von verschiedenen Gelehrten verschieden angegeben, und es scheint, als wäre man über den eigentlichen Grund dieser Erscheinung noch bei weitem nicht im Reinen. Bellani*) meint, dass die Thermometer-

*) Giornale di Fisica etc. Tom. 5 pag. 268.

kugel erst nach langer Zeit das Volumen wieder annimmt, welches sie hatte, bevor sie der zum Auskochen des Instrumentes nöthigen Hitze ausgesetzt war; wird daher der Frierpunct bald nach dem Auskochen bestimmt, so findet man ihn tiefer liegend, als nach der Rückkehr des ursprünglichen Volumens. Allein mit dieser Erklärung lässt sich Flaugergues*) Erfahrung nicht vereinigen, dass dieses Phänomen nur an luftleeren geschlossenen Instrumenten Statt findet. Andere **) meinten, es hänge von einer Eigenthümlichkeit des Quecksilbers ab, weil man es an Weingeist-Thermometern nicht bemerken konnte. Allein dieses ist doch nur an kleinen Instrumenten der Fall; solche Weingeist-Thermometer, die ungewöhnlich grosse Dimensionen haben, unterliegen derselben Veränderung. Durch diese Erfahrung ist zugleich auch Blackadder's ***) Meinung widerlegt, das gedachte Phänomen rühre daher, dass in der Kugel eines Thermometers stets etwas Luft enthalten sey, die mit der Zeit zum Theil durch das Quecksilber ihres Sauerstoffes beraubt wird, zum Theile über die Quecksilbersäule tritt, wenn diese Meinung nicht schon desshalb als ungenügend erklärt werden müsste, dass nach ihr der Frierpunct nicht höher, sondern tiefer zu stehen kommen müsste.

Wärmeerregung durch Reiben. Morosi ****) hat die durch Reiben erregte Temperaturerhö-

---

*) Biblioth. univers. Tom. 26. p. 217

**) Bib. univ. Tom. 19. p. 62.

***) Journale of Science. Nr. 9. p. 47.

****) Bulletin des sciences mathem. Tom. 5 p. 36.

hung zu messen unternommen. Der Apparat, dessen er sich bediente, bestand aus einem hölzernen Cylinder mit einem halbkugelförmigen Ende, der in ein Gefäss von Holz passte, und darin mittelst einer Kurbel umgedreht werden konnte. Dieses Gefäss ruhte mit einem metallenen halbkugelförmigen Boden auf jenem Cylinder, und wurde durch Gewichte angedrückt. Der Zwischenraum war mit Wasser erfüllt, dessen Temperatur ein Thermometer angab. Dem Abfluss der Wärme nach Aussen war durch einen Flanellüberzug Abbruch gethan. Es wurde bei einer Reihe der Versuche der Cylinder 30 Mahl in einer Secunde bei einem anderen 60 Mahl gedreht, und ein Druck von zwei Mailänderpfunden angebracht. Bei der dritten Reihe drehte sich der Cylinder in einer Secunde 60 Mahl, jedoch betrug der Drück 4 Pf. Die Metalle aus denen die obengenannte Platte bestand, waren: Eisen, Stahl, Kupfer, Messing, Zink, Zinn, Blei, eine Legirung aus Zinn, Zink und Wismuth, und eine andere aus Blei, Zink und Wismuth. Die Temperatur des Wassers wurde beim Beginnen jedes Versuches, und dann nach Verlauf von 2, 4, 6, 8 Secunden beobachtet. Aus den numerischen Resultaten, welche in der citirten Quelle angegeben sind, lassen sich folgende allgemeine Resultate ziehen:

Die Temperatur wächst mit der Zeit, während welcher die Reibung dauert, doch ist die Zunahme derselben nicht der Zeit, innerhalb welcher sie erfolgt, proportionirt. Im Allgemeinen schien es, als nehme die Zeit schneller zu als die Temperatur.

Die Grösse der Erwärmung bei einerlei Druck und Umdrehungsgeschwindigkeit wächst bei den einzelnen

Metallen in folgender Ordnung: erste Legirung, zweite Legirung, Zinn, Eisen, Kupfer, Messing, Stahl, Zink, Blei.

Die Grösse der Erwärmung wächst mit der Stärke des Druckes.

Die W"rmeentwicklung beim Reiben haben mehrere mit de. Annahme eines materiellen Wärmeprincips unverträglich gefunden. Graham*) sucht aber durch eine eigene Hypothese diese Annahme mit der Reibungswärme vereinbarlich zu machen. Er nimmt an, der Wärmestoff sei eine Flüssigkeit, die für sich wie das electrische Fluidum bestehen, oder auch mit Körpern in Verbinduug treten kann. Die Theile des Wärmestoffes stossen sich gegenseitig ab, ziehen aber die anderen Körper an, und verbreiten sich auf ihrer Oberfläche unabhängig von ihrer Natur und Temperatur, ohne sich jedoch mit ihr zu verbinden, so wie ein Tropfen Oel sich auf der Oberfläche des Wassers ausbreitet. Den so angehäuften Wärmestoff nennt er die oberflächliche Wärme. Da der Wärmestoff nur vermöge seiner Geschwindigkeit erwärmend wirkt, so kann er die oberflächliche Temperatur nicht erhöhen. Kommen zwei Körper mit einander in sehr nahe Berührung, wie es bei der Reibung der Fall ist, so hören die Theile an der Berührungsstelle auf, oberflächliche zu seyn, der daselbst angehäufte Wärmestoff wird verdrängt; seine abstossende Kraft wächst, er gewinnt eine gewisse Geschwindigkeit, und fängt desshalb an, zu erwärmen.

---

*) Annals of phil. Octob. 1826. p. 260.

Es scheint aber, als müsse eine blosse innige Berührung nach dieser Hypothese eine fast eben so grosse Erwärmung hervorrufen, wie die Reibung, und doch ist, der Erfahrung gemäss, die im letzten Falle erregte Wärme ohne Vergleich kleiner, als die im ersten Falle.

Wärme leuchtender Körper. Powell*) hat über die Eigenthümlichkeit der von leuchtenden Körpern ausgehenden Wärmestrahlen mehrere Versuche angestellt. Er stellte zwei Thermometer, wovon eines eine mit Kreide, das andere eine mit Tusch überzogene Kugel hatte, in einen Kasten, der durch eine gläserne Wand geschlossen war, die gleichsam einen Schirm abgab. Wurde ein leuchtender Körper, z. B. eine glühende eiserne Kugel oder die Flamme einer Lampe den zwei Thermometern gegenüber gestellt, so konnte die Wärme auf sie wirken, und ihren Stand erhöhen; ward hingegen der Schirm dazwischen gestellt, so wurde ein Theil der auf den Schirm auffallenden Strahlen von demselben absorbirt, und er dadurch erwärmt, ein anderer Theil ging durch den Schirm, und wirkte auf die Thermometer. Um aber den Einfluss der Strahlung des erwärmten Schirmes auf die Thermometer constant zu erhalten, wurde an demselben ein Thermometer angebracht, die Temperatur desselben bestimmt, nachdem der erwärmende Körper einige Zeit darauf eingewirkt hatte, und er hierauf stets bei derselben Temperatur erhalten. Aus dem Stande der Thermometer, der verschieden war, je nachdem der Schirm

*) Philos. transact. 1825. part. 1.

zwischen ihnen und der Wärmequelle sich befand oder nicht, zog Powell folgende Schlüsse:

Die von einem leuchtenden Körper ausgehende strahlende Wärme besteht aus Wärmestrahlen von zweifacher Art: die einen gehen wie Lichtstrahlen durch Glas, die anderen hingegen werden dadurch aufgehalten. Diejenigen Wärmestrahlen, welche nicht durch polirtes Glas gehen, erwärmen die Körper nach Verhältniss der absorbirenden Textur (Politur und Glätte oder Mattigkeit) ihrer Oberfläche, ohne Rücksicht ihrer Farbe. Die Erwärmung durch Glas gehender Wärmestrahlen hingegen richtet sich nach der Farbe ohne Bezug auf die Textur der Oberfläche. Ein dunkler warmer Körper sendet lauter Wärmestrahlen aus, die nicht durch Glas gehen; fängt er zu leuchten an, so gesellen sich zu den dunklen Strahlen noch die, welche das Glas durchdringen. Indess steht selbst bei einerlei Temperatur die Menge von beiderlei Wärmestrahlen nicht bei allen Körpern in demselben Verhältnisse; den Powell überzeugte sich, dass metallische, wenn auch nur wenig leuchtende Körper doch viel Wärme ausstrahlen, welche durch Glas geht, während ein gewöhnliches Feuer deren nur wenige gibt.

Ritschie *) hat Versuche angestellt, aus denen er einen den Behauptungen Powell's widersprechenden Schluss zieht, nämlich, dass die Wärmestrahlen frei durch dünnes Glas gehen können. Der Versuch bestand darin, dass er einen heissen Körper zwischen die zwei Kugeln eines empfindlichen Differentialther-

*) Edinb. Phil. Journ. N. 22.

mometers brachte, und den Stand der Flüssigkeit in diesem Instrumente betrachtete, wenn beide Kugeln durchsichtig waren, und wenn die äussere Hälfte der einen geschwärzt war. Er fand, dass im ersten Falle keine Bewegung in der flüssigen Masse bemerkt werden könne, im letzten hingegen in der zum Theil geschwärzten Kugel. Dennoch dringen, seiner Meinung nach, die Wärmestrahlen durch die Glaswände in das Innere der Kugeln, entweichen aber im ersten Falle durch die andere Seite wieder, ohne eine Erwärmung hervorzubringen, während sie im zweiten durch die geschwärzte Wand zurückgehalten werden und erwärmend zu wirken anfangen.

Powell*) gibt zwar die Richtigkeit der von Ritschie angestellten Beobachtung zu, und hat sich selbst durch einen Versuch überzeugt, der mit seiner Folgerung übereinstimmt. Er meinte, das Sinken der Flüssigkeit an der Seite der geschwärzten Kugel komme davon her, dass durch den Ueberzug ihr Ausstrahlungsvermögen erhöht werde, dass sie desshalb schneller abkühle als die andere, darum sich schneller zusammenziehe und die Flüssigkeit eben so zum Sinken bringe, als wenn die Ausdehnsamkeit der innern Luft zugenommen hätte. Um dieser Behauptung einige Stütze zu verschaffen, machte er mit einem sehr empfindlichen Differenzialthermometer einen Versuch, der zeigte, dass wirklich die belegte Kugel schneller abkühle, als die freie.

Als Herschel die verschieden erwärmende Kraft der farbigen Theile eines weissen Sonnenstrahls entdeckt hatte, fand er zwar mancherlei Widerstand

*) Annals of phil. July. 1826.

aber kein Gelehrter nahm es so übel auf, dass ein Ausländer es wage, auf englischem Boden wissenschaftliche Entdeckungen zu machen, als Leslie. Selbst jetzt, wo die Richtigkeit von Herschel's Behauptung im Allgemeinen anerkannt ist, wird noch ein Versuch von Leslie angeführt *), der zeigt, dass der wärmste Ort in einem prismatischen Farbenbilde aus Sonnenlicht nicht ausserhalb des rothen Antheils liege. Der sehr sinnreiche Versuch besteht darin: Es wurde von einer Linse von 20 engl. Z. Durchmesser der innere Theil mit dunklem Papier bedeckt, so dass nur ein transparenter Ring von 2 Z. Breite übrig blieb, der gleichsam ein ringförmiges dreiseitiges Prisma von 5 F. Länge vorstellte. Wurde dieses der Sonne entgegen gehalten, so entstand auf der andern Seite ein ringförmiges Farbenbild, an welchem die rothen Strahlen sich von Aussen, die violetten von Innen befanden. Man fing diesen Lichtring durch ein mit schwarzem Siegelwachs überzogenes Blatt Papier auf, bevor sich der Ring gleichsam zu einem leuchtenden Punct vereinigt hatte, und man konnte sehen, an welcher Stelle das Wachs zuerst schmolz, mithin wo die grösste Hitze herrsche. Da zeigte es sich, dass es nicht über die rothen Strahlen hinaus schmolz. Allein seit Seebeck**) gezeigt hat, dass die Lage der wärmsten Stelle in einem Farbenbilde auch von der Materie des Prisma abhängt, lässt sich diese Erfahrung Leslie's mit der Behauptung Herschel's wohl vereinigen. Es

*) Annals of philos. Sept. 1826.

**) Abhandlungen der Berliner Academie. 1820.

wäre nicht uninteressant, Versuche über die erwärmende Kraft verschiedenfarbiger Sonnenstrahlen in grossen Höhen anzustellen; denn Ramond *) fand, dass auf dem Pic du Midi ein Brennglas ohne Vergleich stärker wirkt, als in tiefer liegenden Orten, und meint auch, es dürfte sich in grösseren Höhen die erwärmende Kraft verschieden farbiger Lichtstrahlen leicht ausmitteln lassen.

Verbrennen. Ueber das Verbrennen hat die neueste Zeit im Allgemeinen nichts besonders Neues geliefert. Emmet's**) Theorie des Verbrennens enthält für deutsche Gelehrte wohl nichts Neues. Was über diesen Punct Bemerkenswerthes erfolgt ist, bezieht sich grösstentheils auf die Beschaffenheit der Flamme brennender Körper. Oswald Sym hat die Behauptung aufgestellt, dass nur an der Oberfläche einer gewöhnlichen Flamme das eigentliche Verbrennen vor sich gehe. Er schloss dieses aus einigen sehr leicht anzustellenden Versuchen, deren Wesentliches darin besteht, dass er die Flamme gleichsam durch ein Drahtsieb abschneidet, so dass man oberhalb desselben in die Flamme hineinsehen kann; der Querschnitt einer Flamme zeigt sich da als eine dunkle Scheibe, die mit einem leuchtenden Ringe umgeben ist. In der Mitte jener Scheibe befindet sich der Draht. Dieser Ansicht steht die von H. Davy gegenüber, der annimmt, das Verbrennen gehe nicht bloss da vor sich, wo die Flamme die atmosphärische Luft berührt, son-

---

*) Le Globe. March. 1826.

**) Annals of Phil. Decemb. 1826.

dern in ihrer ganzen Ausdehnung. Er schliesst darauf aus dem Umstande, dass ein Stück brennenden Phosphors selbst mitten in einer Flamme fortbrennt, mithin die Anwesenheit des Sauerstoffes daselbst beurkundet. Um nun die Richtigkeit der einen oder der anderen dieser zwei sich widersprechenden Meinungen ins Reine zu bringen, so wiederhohlte Davies*) die Versuche beider, und fand Resultate, die zu Gunsten Sym's ausfielen.

Er brachte kleine Stücke Phosphor oder Schwefel in die Flamme eines gewöhnlichen Lichtes oder des Weingeistes, und fand, dass sie wohl schmolzen, aber nicht eher zu brennen anfingen, als bis sie den Rand der Flamme berührten, oder dieselbe verlosch. Blies er mit einem Löthrohr Sauerstoffgas darauf, so erfolgte die Entzündung augenblicklich, verlosch aber wieder, sobald der Zufluss von Sauerstoff zu Ende war. Selbst ein Berühren mit einem roth glühenden Drahte konnte das Verbrennen nicht bewirken. Aehnliche Resultate fand er, als er die Flamme eines Wachslichtes in eine Alkoholflamme einschloss.

Aus Sym's Ansicht erklärt Davies ganz einfach die grosse Intensität der Flamme einer Argand'schen Lampe, die gleichsam eine doppelt so grosse Oberfläche hat, als eine gewöhnliche Flamme von gleichem Volumen; das schwache Verbrennen in verdünnter Luft, wo wegen des sparsamen Oxygenzuflusses die Oberfläche der Flamme verringert wird; warum bei Gaslampen die Lichtstärke mit der Menge der Gasöffnun-

*) Annals of Phil. Dec. 1825.

gen wächst, durch welche man gleichsam eben so viele einzelne Flammen erzeugt, deren jede eine besondere Oberfläche hat, bis zu einer gewissen Grenze, über die hinaus die Lichtstärke wieder abnimmt, weil da mehrere Flammen in eine zusammen fliessen, und dadurch an Oberfläche verlieren. Auch die starke Wirkung des Knallgebläses ist hieraus erklärbar, weil in diesem die Flamme der ganzen Masse nach, nicht bloss an der Oberfläche brennt. Die Resultate von Davies Versuchen bestätiget auch Longmine *). Er nahm zum Abschneiden der Flamme einen dicken Draht mit zwei länglichen Augen, die nicht so leicht durch Russ etc. verstopft werden konnten, und überzeugte sich thatsächlich, dass im Innern einer Oelflamme nur unverbrannter Oeldunst enthalten sey. Bekanntlich hat die Flamme von Oel und anderen thierischen oder vegetabilischen Stoffen unten eine blaue Farbe. Nach Longmine kommt dieses daher, weil daselbst der Docht nicht heiss genug ist. Berührt man ihn mit rothglühendem Eisen, so brennt er gleich mit weissem Lichte, aber nimmt alsogleich wieder die blaue Farbe an, wenn das Eisen unter die Rothglühhitze abgekühlt ist.

Davies**) hat auch über das Brennen des comprimirten Gases Versuche angestellt. War die Oeffnung, aus welcher das verdichtete Gas ausströmte zu gross, so verlosch es, während es bei einer kleinen Oeffnung sehr vortheilhaft brannte. Die grösste mögliche Oeffnung,

---

*) Annals of Phil. March. 1826.

**) Annals of phil. Feb. 1826.

bei der die Flamme noch nicht verlischt, gibt eine blaue unruhige, flackernde Flamme, die wenig leuchtet. Kehrt man das Gefäss um, damit die Ausflussöffnung nach unten zu stehen komme, so brennt die Flamme alsogleich ruhig, und leuchtet stark. Im ersteren Falle entweicht nämlich das aufsteigende Gas grösstentheils der erwärmenden Region eher als es die zum Brennen nöthige Hitze hat, im letzten Falle hingegen kehrt es beim Aufsteigen gleichsam in sich selbst zurück und verbrennt.

Skidmore *) fand, dass Knallgas selbst unter Wasser fortbrennt, und dass nur die sonst länglichte Flamme eine runde blasenähnliche Gestalt annimmt. Es hängt dieses Phänomen mit der schlechten Leitungskraft des Wassers für die Wärme wohl zusammen.

Mac-Keever**) hat die bei vielen gangbare Meinung, das Sonnenlicht schwäche den Verbrennungsprocess, oder hemme ihn ganz, durch Versuche geprüft. Er zündete zwei gleiche Kerzen zu gleicher Zeit an, deren eine in einem dunklen, die andere in einem von der Sonne direct beschienenen Platze sich befand, und wog sie, nachdem sie eine Zeit lang gebrannt hatten, und zu gleicher Zeit ausgelöscht worden waren, oder bestimmte die Zeit, innerhalb welcher ein Kerzenstück von bestimmter Länge verbrannte. Nach diesen Versuchen verlor eine Wachskerze im Sonnenlichte in 5 Minuten $8\frac{1}{2}$ Gr., im finsteren Zim-

---

*) Kastners Archiv, B. 4.
**) Annals of phil. Nov. 1825.

mer 9¼ Gr., eine andere im Sonnenlichte in 7 Minuten 10 Gr., im Finstern 11 Gr., von einem dritten Paare verbrannte ein Zoll langes Stück im Sonnenschein in 59 Minuten, im Finstern in 56 M., und im gewöhnlichen Tageslichte in 57 M. 10 S.

Demnach hat es mit dieser, auch vom gemeinen Manne gehegten Meinung seine Richtigkeit. M. Keever erklärt sich diese Einwirkung des Lichtes aus der desoxydirenden Kraft der Sonnenstrahlen. Zur näheren Prüfung dieser Behauptung liess M. Keever ein Stück Kerze in einem Orte verbrennen, der successiv von den verschiedenen Theilen des prismatischen Farbenbildes erleuchtet war. Ein 2 Zoll langes Kerzenstück verbrannte im weissen Lichte in 8 M., im grünen in 8 M. 20 S., im violetten in 8 M. 59 S. Selbst die von verschiedenen Stellen des Farbenbildes kommenden Strahlen derselben Farbe zeigten einen verschiedenen Einfluss. Ein Stück von 1 Z. Länge verbrannte unter dem Einflusse der vom Rande kommenden violetten Strahlen in 4 M. 36 S., aber in 4 M. 26 S., wenn die Strahlen von der Mitte kamen. Demnach glaubt M. Keever seine Meinung begründet. Die Herausgeber der Bibl. Univers. *) glauben diese Einwirkung des Lichtes der Luftverdünnung zuschreiben zu müssen, welche das Sonnenlicht bewirkt, um so mehr, da die Grösse der Brennstoffconsumtion sich nach der Wärme erregenden Kraft der Sonnenstrahlen richtet, die den brennenden Körper bescheinen. Allein mit Grund setzt

---

*) Juillet. 1826.

Schweigger *) dieser Meinung den geringen Unterschied in der Wärmeerregung verschiedenfarbiger Sonnenstrahlen entgegen und führt mehrere Versuche von Seebeck und Vogel an, welche den grossen Einfluss der desoxydirenden Kraft der Sonnenstrahlen zeigen.

---

*) Schweiggers Jahrb. 1826. H. 9.

MATHEMATISCHE ABTHEILUNG.

I. Auflösung eines geodaetischen Problemes. Von J. J. Littrow, Director der Sternwarte in Wien.

Die Aufgabe, aus der gegebenen geographischen Breite, dem Azimuth und der kürzesten Distanz eines Ortes auf der Oberfläche der Erde von einem anderen Orte, die Polhöhe, das Azimuth und die Länge dieses zweiten Ortes in Beziehung auf den ersten zu finden, ist bekanntlich bei geodaetischen Vermessungen von der grössten Wichtigkeit, und daher seit Clairaut, der sich zuerst damit beschäftigte, oft genug, und erst in den neuesten Zeiten wieder von deutschen und englischen Geometern vorgenommen worden. Da mir mehrere dieser Auflösungen, wenn sie genau waren, nicht bequem genug zu so oft wiederkommenden Berechnungen, und wenn sie sich Abkürzungen erlaubten, nicht für alle Fälle genau genug erschienen, so benützte ich eine sich mir darbietende Gelegenheit, wo ich mehrere solcher Reductionen auszuführen hatte, auf die analytische Entwicklung dieses Gegenstandes zurückzugehen. Ich wünschte, dadurch in der Auflösung dieses interessanten Problemes die nöthige Bequemlichkeit mit der Genauigkeit zu vereinigen, die man selbst in den ungünstigsten Fällen, welche in der Ausübung noch vorkommen können, fordern kann, und zugleich die Sache so zu stellen, dass man für die gewöhnlichen, und am häufigsten vorkommen-

den Fälle die Rechnung nicht in ihrer ganzen Strenge zu führen braucht, indem man nur die, für jene ersten Fälle entwickelten Glieder der höheren Dimensionen weglässt.

Sey α, $\triangle$ und φ das Azimuth des gegebenen Ortes gegen den gesuchten, die kürzeste Distanz beider in Toisen, und die Polhöhe des gegebenen Ortes. Für den gesuchten Ort sollen die Grössen α und φ in α' und φ' übergehen. Der Längenunterschied beider Orte endlich soll u' seyn. Die Aufgabe reduzirt sich daher auf die Bestimmung der Grössen α', φ', u', aus den gegebenen Grössen α, φ, $\triangle$.

Ich bemerke zuerst, dass ich die Azimuthe α und α', von Nord gegen Ost bis 360° zähle, und dass der Längenunterschied u' negativ ist, wenn der gesuchte Ort westlich von den gegebenen liegt. Die Oberfläche der Erde wird als durch die Rotation einer Ellipse um ihre kleine Axe entstanden vorausgesetzt. Nennt man dann 2a und 2b die grosse und kleine Axe dieser Ellipse, und $a^2e^2 = a^2 - b^2$, und setzt man der Kürze wegen

$$P = (1 - e^2 \text{Sin.}^2 \varphi') [\text{Cos.}^2 \varphi' (1 - e^2 \text{Sin.}^2 \alpha) \\ - \text{Sin.}^2 \alpha \,\text{Cos.}^2 \varphi \,(1 - e^2 \text{Sin.}^2 \varphi')],$$

so erhält man aus der Betrachtung, dass die geodaetische Linie $\triangle$ die kürzeste Linie zwischen jenen zwei Puncten der sphärosdischen Oberfläche der Erde ist, nach den bekannten Vorschriften der Variationsrechnung, die zwei folgenden Gleichungen,

$$\left.\begin{array}{l} d.\triangle = \dfrac{a(1-e^2)\,d\varphi' \,\text{Cos.}\varphi^1 . \sqrt{1 - e^2 \text{Sin.}^2 \varphi}}{(1 - e^2 \text{Sin.}^2 \varphi^1) . \sqrt{P}} \text{ und} \\ d.u' = \dfrac{(1-e^2)\,d\varphi' . \text{Sin.}\alpha \,\text{Cos.}\varphi}{\text{Cos.}\varphi' . \sqrt{P}} \end{array}\right\} \ldots (A)$$

Die Integration dieser beiden Gleichungen wird die beiden Grössen φ' und u' geben, und wenn so φ' bekannt ist, so erhält man das gesuchte Azimuth α' durch die Gleichung

$$\text{Sin.}\alpha' = -\frac{\text{Sin.}\alpha\,\text{Cos.}\varphi}{\text{Cos.}\varphi'}.\sqrt{\frac{1-e^2\,\text{Sin.}^2\varphi'}{1-e^2\,\text{Sin.}^2\varphi}}\;...\;(B)$$

Diese Gleichungen hat, so viel mir bekannt ist, zuerst Oriani gegeben, welcher ausgezeichnete Geometer überhaupt als der vorzüglichste Schriftsteller über diesen Gegenstand zu betrachten ist, da er zugleich in einem eigenen Werke, welches den folgenden Betrachtungen zu Grunde liegt, auch die Entwicklung jener Gleichungen, und dadurch die Auflösung mehrerer sehr interessanter geodaetischen Probleme mit aller wünschenswerthen Genauigkeit gegeben hat.

Da die Integration jener beiden Gleichungen, auf welcher die Auflösung unserer Aufgabe beruht, ihrer Natur nach, nur durch Reihen ausgeführt werden kann, so war es wesentlich, sich zuvor zu versichern, bis zu welchen Potenzen der Excentricität e man diese Reihen fortführen müsse, um der gewünschten Genauigkeit keinen Eintrag zu thun. Zu diesen Untersuchungen boten sich die erwähnten von Oriani gegebenen und bis auf höhere Potenzen von e fortgeführten Auflösungen gleichsam von selbst dar, und sie zeigten, dass man selbst bei Distanzen $\triangle$ von 200000 Toisen oder von nahe 52 Meilen noch die vierten und höheren Potenzen der Excentricität in den meisten Fällen ohne wesentlichem Nachtheile weglassen kann. Wir

werden unten Gelegenheit haben, diese Aeusserung durch mehrere Beispiele bestätiget zu finden, da die hier aufzustellenden Ausdrücke selbst noch für eine Distanz von 300000 Toisen oder von 79 deutschen geogr. Meilen sehr nahe dieselben Werthe der gesuchten Grössen φ' α' und u' geben, welche man auch mit Berücksichtigung von $e^4 . e^6$ .. erhalten haben würde. Da aber bei den in der That bisher ausgeführten Messungen jene Distanzen noch weit innerhalb diesen Grenzen liegen, so wird es wohl in allen Fällen, wo von einer wirklichen Anwendung, nicht bloss von exorbitanten imaginären Beispielen, die Rede ist, nicht bloss erlaubt, sondern auch zweckmässig seyn, die vierten und höheren Potenzen von der Excentricität der Erde nicht mehr zu berücksichtigen, um so mehr, da wir bekanntlich selbst über den wahren Werth der ersten Potenz dieser Grösse noch nicht ganz im Reinen sind. In der That erheben sich die Seiten der bisher in verschiedenen Ländern gemessenen Dreiecke nur sehr selten auf 40000 Toisen oder 10 Meilen, und das grösste Dreieck, welches je gemessen wurde, das, welches die Insel Iviza mit der spanischen Küste verbindet, hatte eine Seite von 82555 Toisen oder von 22 deutschen Meilen, ist also noch weit von der oben aufgestellten Grenze von 52 Meilen entfernt. Es ist übrigens bekannt, welche unsägliche Mühe und welche Gefahren die französischen Geometer bestehen mussten, um mit diesem *triangle epouvantable*, wie sie es nannten, zu Stande zu kommen, und man darf es, nach dem Urtheile eines in diesen Arbeiten sehr erfahrnen Mannes, immer noch wenigstens als zweifelhaft annehmen, ob solche un-

gemein grosse Distanzen, in Beziehung auf die Schwierigkeiten aller Art, die hier zu besiegen sind, in der That die gewünschte Genauigkeit der Resultate befördern, und ob sie den mässigen, aber unter allen Umständen mit der grössten Schärfe zu beobachtenden Entfernungen vorgezogen werden sollen.

Um aber auch zu sehen, welche zeitraubenden Berechnungen nothwendig sind, wenn man auch nur noch die vierten Potenzen von e berücksichtiget, und e^5, e^6... vernachlässiget, wollen wir zuerst die Ausdrücke angeben, welche Oriani für diesen Fall mit ungemeiner Sorgfalt und mit seltenem Scharfsinne entwickelt hat. Nennt man mit ihm λ die gegebene Polhöhe des ersten Ortes, so findet er die elliptische Polhöhe (φ') des zweiten Ortes durch folgende Formeln.

Man suche zuerst P, δ, D, λ_1, p und V' durch die Gleichungen

$$P = \frac{\Delta}{b},\ \delta^2 = \frac{1-e^2}{e^2},\ D^2 = \delta^2 \operatorname{Cos.}^2 p,$$

$$\operatorname{Tg}\lambda_1 = \operatorname{Tg}\lambda.\ \sqrt{1-e^2}$$

$$\text{und } \operatorname{Sin.} p = \operatorname{Sin.} \alpha \operatorname{Cos.} \lambda_1, \operatorname{Sin.} V' = \frac{\operatorname{Sin.} \lambda_1}{\operatorname{Cos.} p}.$$

Ist dann m = 0.4342945, so findet man A, B, C aus den Gleichungen

$$\log. A = \log. \frac{1}{\operatorname{Sin.} 1''} - m \left(\frac{1}{2^2} D^2 - \frac{5}{2^6} D^4 + \frac{7}{3.2^6} D^6\right)$$

$$\log. B = \log. \frac{D^2}{2^2} - m \left(\frac{D^2}{2} - \frac{21}{2^7} D^4\right)$$

$$\log. C = \log. \frac{D^4}{2^7} - m \left(D^2 - \frac{11}{2^5} D^4\right).$$

Ist dann ω = A.P, so findet man V aus

$$V = V' + AP + \frac{B}{\text{Sin.}1''} . \text{Sin.}\omega \text{ Cos.} (2V' + \omega)$$

$$+ \frac{C}{\text{Sin.}1''} . \text{Sin.}2\omega \text{ Cos.}2 (2V' + \omega)$$

$$+ \frac{B^2}{\text{Sin.}1''} . \text{Sin.}\omega \text{Cos.}(2V' + \omega) \text{Cos.}2(V' + \omega) +$$

Kennt man so V, so findet man endlich φ_1 und daraus das gesuchte elliptische (φ') aus den folgenden Gleichungen

$$\text{Sin.}\varphi_1 = \text{Sin.V.Cos.p} \text{ und } \text{Tang.}(\varphi') = \frac{\text{Tang.}\varphi_1}{\sqrt{1-e^2}}$$

Aehnliche, nicht minder weitläufige Ausdrücke sind dann noch für die beiden anderen Grössen u' und α' zu entwickeln. Man findet sie alle gesammelt in Effemeridi Astronomiche di Milano per l'anno 1827.

Unvergleichbar einfacher werden aber alle diese Formeln, wenn man die vierten und höheren Potenzen der Excentricität vernachlässiget. Um die Integration der beiden Gleichungen (A) zu erleichtern, kann man mit Oriani sehr vortheilhaft die zwei Hülfsgrössen x und x′ so einführen, dass man hat

$$\text{Sin.x} = \frac{\text{Sin.}\varphi}{\text{Cos.p}} \text{ und Sin.x}' = \frac{\text{Sin.}\varphi'}{\text{Cos.p}}, \text{wo Sin.p} = \text{Sin.}\alpha \text{Cos.}\varphi$$

ist, und wo p eigentlich den Kreisbogen bezeichnet, welchen man aus dem Pole der Erde auf die verlängerte Linie Δ, alles auf der Oberfläche einer Kugel betrachtet, senkrecht herab gelassen hat. Durch die Einführung dieser Grössen werden die Gleichungen (A) in folgende übergehen

$$\frac{d.\Delta}{b} = dx'.\Big[1 + e^2 \text{Cos.}^2 p - \frac{3e^2}{2} \text{ Cos.}^2 p \text{ Cos.}^2 x'$$

$$- e^2 \frac{\text{Sin.}^2 p \text{ Cos.}^2 x}{2\text{Cos.}^2 x'}\Big]$$

$$d.u' = \frac{dx' \text{Sin.} p}{\text{Sin.}^2 p + \text{Cos.}^2 p \,\text{Cos.}^2 x'} \cdot \left[1 - \frac{e^2}{2} \text{Cos.}^2 p \,\text{Cos.}^2 x' - \frac{e^2}{2} \frac{\text{Sin.}^2 p \,\text{Cos.}^2 x}{\text{Cos.}^2 x'}\right]$$

und jetzt hat die Integration keine weitere Schwierigkeit mehr. Ist so x' durch Δ ausgedrückt, so kennt man auch φ' durch die Gleichung $\text{Sin.}\varphi' = \text{Cos.}p\text{Sin.}x'$.

Um aber den zu erhaltenden Resultaten die grösstmögliche Einfachheit zu geben, habe ich es vorgezogen, nicht die elliptischen φ' und u' aus den beiden letzten Gleichungen unmittelbar, sondern vielmehr zuerst die rein sphärischen φ' und u' durch die bekannten Ausdrücke der sphärischen Trigonometrie zu suchen, und dann ihre von der Ellipticität der Erde abhängigen Correctionen zu bestimmen. Auf diesem Wege findet man nach allen Reductionen, welche hier umständlich anzuführen der Raum nicht gestattet, folgende Correctionen, wo $\omega = \frac{\Delta}{b\text{Sin.}1''}$ ist,

$$d\varphi' = \frac{e^2\omega}{2} \text{Cos.}\alpha(1 - 3\text{Sin.}^2\varphi)$$

$$+ \frac{e^2\omega^2}{2} \text{Sin.}1''.\text{Tg.}\varphi\,[\text{Sin.}^2\alpha.(2 + \text{Cos.}^2\varphi) - 3\text{Cos.}^2\varphi]$$

$$du' = -\frac{e^2\omega}{2} \cdot \frac{\text{Sin.}\alpha}{\text{Cos.}\varphi} (1 + \text{Sin.}^2\varphi)$$

$$- \frac{e^2\omega^2}{2} \text{Sin.}1''. \frac{\text{Sin.}2\alpha\text{Tg.}\varphi}{\text{Cos.}\varphi} \cdot (1 + \text{Sin.}^2\varphi)$$

Kennt man aber so die elliptischen Werthe von φ' und u', so findet man die dritte Grösse α' durch die oben angeführte Gleichung (B.)

Es ist also nur noch übrig, diese Grössen φ' u' und α' auf der Oberfläche einer Kugel, deren Ra-

dius gleich b ist, zu bestimmen, wozu man die Gleichung hat,

$$\text{Sin.}\,\frac{\alpha' + u'}{2}\,\text{Sin.}\,\frac{\psi'}{2} = \text{Sin.}\,\frac{\psi - \omega}{2}\,\text{Cos.}\,\frac{\alpha}{2}$$

$$\text{Cos.}\,\frac{\alpha' + u'}{2}\,\text{Sin.}\,\frac{\psi'}{2} = -\,\text{Sin.}\,\frac{\psi + \omega}{2}\,\text{Sin.}\,\frac{\alpha}{2}$$

$$\text{Sin.}\,\frac{\alpha' - u'}{2}\,\text{Cos.}\,\frac{\psi'}{2} = \text{Cos.}\,\frac{\psi - \omega}{2}\,\text{Cos.}\,\frac{\alpha}{2}$$

$$\text{Cos.}\,\frac{\alpha' - u'}{2}\,\text{Cos.}\,\frac{\psi'}{2} = -\,\text{Cos.}\,\frac{\psi + \omega}{2}\,\text{Sin.}\,\frac{\alpha}{2}$$

wo der Kürze wegen $90 - \varphi = \psi$ und $90 - \varphi' = \psi'$ gesetzt worden ist.

Aber selbst diese Auflösung eines spärischen Dreieckes, und daher den Gebrauch der Logarithmen mit sieben Dezimalstellen, wird man umgehen, wenn man zuerst die Winkel durch den bekannten schönen Satz von Legendre verändert, und dann das Dreieck als ein ebenes behandelt, oder vielleicht eben so bequem, und ohne der Schärfe der Rechnung irgend einen Eintrag zu thun, wenn man die Grössen α' u' φ' durch folgende ungemein schnell convergirende Reihen sucht.

$$\tfrac{1}{2}(\alpha' + u') = \tfrac{1}{2}(180 + \alpha) + m \,\text{Sin}\,\alpha + \tfrac{1}{2} m^2 \,\text{Sin}\,2\alpha + \tfrac{1}{3} m^3 \,\text{Sin}\,3\alpha +$$

$$\tfrac{1}{2}(\alpha' - u') = \tfrac{1}{2}(180 + \alpha) - n \,\text{Sin}\,\alpha + \tfrac{1}{2} n^2 \,\text{Sin}\,2\alpha\ \tfrac{1}{3} n^3 \,\text{Sin}\,3\alpha +$$

$$\log \text{Sin}\,\frac{90 - \varphi'}{2} = \log \text{Sin}\,\frac{90 - \varphi}{2}\,\text{Cos}\,\frac{\omega}{2} - m \,\text{Cos}\,\alpha - \tfrac{1}{2} m^2 \,\text{Cos}\,2\alpha - \tfrac{1}{3} m^3 \,\text{Cos}\,3\alpha -$$ oder endlich

$$\log \text{Cos}\,\frac{90 - \varphi'}{2} = \log \text{Cos}\,\frac{90 - \varphi}{2}\,\text{Cos}\,\frac{\omega}{2} + n \,\text{Cos}\,\alpha - \tfrac{1}{2} n^2 \,\text{Cos}\,2\alpha + \tfrac{1}{3} n^3 \,\text{Cos}\,3\alpha -$$

wo $m = \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} \operatorname{Cosg.} \frac{90^0 - \varphi}{2}$ und

$$n = \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} \operatorname{Cosg} \frac{90^0 + \varphi}{2} \text{ ist.}$$

Durch diese Ausdrücke findet man nebst φ' und u' auch die Grösse α', obschon die letzte, wie wir unten sehen werden, entbehrt werden kann. Man sieht übrigens ohne meine Erinnerung, dass in dem Vorhergehenden die Bogen des Ellipsoids, unter der Voraussetzung, dass $\triangle$ die kürzeste Distanz zwischen den beiden Beobachtungsorten ist, auf die Oberfläche einer Kugel reduzirt worden sind, deren Halbmesser gleich der halben kleinen Axe b der Erde ist. Es wäre ohne Zweifel noch angemessener gewesen, sie auf eine Kugel zu reduziren, deren Halbmesser gleich $\frac{a+b}{2}$, oder noch besser, gleich dem Krümmungshalbmesser

$$\frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \operatorname{Sin}^2 \varphi)^{\frac{3}{2}}}$$

des Ellipsoids in dem Puncte, dessen Polhöhe φ ist, gewesen wäre, eine Bemerkung, welche die elliptischen Correctionen noch kleiner gemacht haben würde, die mir aber erst am Ende aller Entwickelungen beigefallen ist, und die man endlich leicht nachtragen kann, wenn man es der Mühe Werth finden sollte.

Nimmt man alles Vorhergehende zusammen, so lässt sich die Auflösung unserer Aufgabe, zur Ausübung sehr bequem, in folgenden Ausdrücken zusammen stellen.

Aus den gegebenen Grössen φ, α und ω, [wo

$= \frac{\Delta}{b \sin 1''}$ ist] suche man die Werthe der elliptischen Grössen $(\varphi') = \varphi' + d\varphi'$

$$(u') = u' + du' \text{ und } (\alpha'),$$

wo φ' u' die rein spärischen Werthe, und (φ'), (u') und (α') die späroidischen Werthe der Polhöhe, der Länge und des Azimuths des zweiten Ortes sind.

Auflösung.

Man suche zuerst φ' u', so wie $d\varphi'$ und du' durch die Gleichungen

$$\operatorname{tg} x = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\operatorname{Cos}\alpha} \qquad \operatorname{Sin}\varphi' = \frac{\operatorname{Sin}\varphi \operatorname{Sin}(x+\omega)}{\operatorname{Sin} x}$$

$$\operatorname{Sin} u' = \frac{\operatorname{Sin}\alpha}{\operatorname{Cos}\varphi'} . \operatorname{Sin}\omega$$

$$d\varphi' = + \frac{e^2 \ \omega}{2} \operatorname{Cos}\alpha . (1 - 3 \operatorname{Sin}^2 \varphi)$$

$$du' = - \frac{e^2 \ \omega}{2} \operatorname{Sin}\alpha \operatorname{tg}\varphi . (1 + \operatorname{Sin}^2 \varphi)$$

Kennt man so (φ') und (u'), so hat man (α') aus der Gleichung (B), das heisst, aus

$$\log \text{brigg} \operatorname{Sin}(\alpha') = \log \text{brigg} \left(- \frac{\operatorname{Sin}\alpha \operatorname{Cos}\varphi}{\operatorname{Cos}\varphi')} \right)$$

$$- 0.00000\ 10528\, e^2 \ [(\varphi') - \varphi] \operatorname{Sin} [(\varphi') + \varphi].$$

Diese Ausdrücke werden in allen Fällen hinreichen, wo Δ nicht über 40000 Toisen oder nicht über 16 deutsche Meilen beträgt. Für die gewiss sehr seltenen Fälle, wo Δ noch bedeutend grösser ist, bleibt die Auflösung dieselbe, mit dem geringen Unterschiede, dass man den vorhergehenden Werthen von $d\varphi'$ und du' noch die folgenden Grössen mit ihren Zeichen hinzufügen wird:

$$\left.\begin{array}{l} \text{zu } d\varphi' \ldots + \frac{e^2 \ \omega^2}{2} \text{Sin } 1''. \text{tg } \varphi \, [\text{Sin}^2 \alpha (2 + \text{Cos}^2 \varphi) - 3 \text{Cos}^2 \varphi] \\ \text{zu } du' \ldots - \frac{e^2 \ \omega^2}{2} \text{Sin } 1''. \frac{\text{Sin } 2\alpha \text{ tg } \varphi}{\text{Cos } \varphi} . (1 + \text{Sin}^2 \varphi) \end{array}\right\} \ldots (C)$$

Wir wollen nun diese Ausdrücke auf einige Beispiele anwenden, und die so erhaltenen Resultate zugleich mit jenen vergleichen, welche man durch die Berücksichtigung der höheren Potenzen von e erhalten würde, um zu sehen, ob diese letzten in der That übergangen werden können.

Sey also zuerst $\Delta = 30000$ Toisen, $\varphi = 50^\circ$ und $\alpha = 70^\circ$

Nimmt man die halbe kleine Axe der Erde b = 3261443 Toisen, und $\log \frac{e^2}{2} = 7.47432$ an, so findet man dadurch aus den unmittelbar vorhergehenden Gleichungen

$$\omega = \frac{\Delta}{b \text{ Sin } 1''} = 0^\circ \, 31' \, 37''. 3$$

$$x = 73^\circ \, 59' \, 13''. 6$$

$\varphi' =$	50°	10′	39″.7	$u' =$	0°	46′	24″.0
$d\varphi' =$			— 1.41	$du' =$			— 13.22
$(\varphi') =$	50	10	38.29	$(u') =$	0	46	10.78

und endlich $(\alpha') = 250^\circ \, 35' \, 25''. 35$

In diesem Beispiele, wo Δ nahe 8 Meilen beträgt, hätte man die Correctionen der Gleichungen (C) ganz weglassen können, da man ohne ihnen erhält

$\varphi' =$	50	10	39.7	$u' =$	0	46	24.0
$d\varphi' =$			—1.5	$du' =$			—13.1
$(\varphi') =$	50	10	38.2	$(u') =$	0	46	10.9

oder bis auf 0″.1 dasselbe wie zuvor, eine Grösse,

auf welche noch keine einzige aller unserer Polhöhen verbürgt ist. Die Orianischen Formeln geben $(\varphi_{\prime}) = 50^\circ\ 10'\ 38''.3$, $(u') = 0^\circ\ 46'\ 10''8$ und $(\alpha') = 250^\circ\ 35'\ 25''.4$.

In einem zweiten Beispiele sey $\varphi = 45^\circ\ 27'\ 57''0$, $\alpha = 121^\circ\ 39'\ 9''.9$ und $\Delta = 103406$ Toisen, oder nahe 27 deutsche Meilen.

Mit den vorigen Werthen von b und e findet man

$\omega = 1^\circ\ 48'\ 59''.7$

$x = -62^\circ\ 41'\ 32''8$

$\varphi' =$	44	29	30.5....	$u' =$	$2^\circ\ 10'$	$4''.4$
$d\varphi'$			$+ 5.57$	$du' =$		-34.47
$(\varphi') =$	44	29	36.07	$(u') =$	2	9 29 .93

$(\alpha') = 303^\circ\ 10'\ 42''.71$

Oriani fand $(\varphi) = 44^\circ\ 29'\ 36''.0$ $u' = 2^\circ\ 9'\ 30''0.$, $(\alpha') = 303^\circ\ 10'\ 42''.6$ also dasselbe, so dass also auch selbst bei einer Distanz von 27 Meilen unsere Ausdrücke noch hinreichend genaue Resultate geben. Diese Distanz übertrifft aber die grösste bisher gemessene, beinahe um 20000 Toisen. Man muss dabei bemerken, dass in Oriani's Rechnung log. Sin. $9 = 9.7759793$ statt 9.7759804 seyn muss.

Nehmen wir endlich in einem dritten Beispiele die Lage von Dünkirchen gegen die Sternwarte von Seeberg so an, wie sie Herr General-Lieutenant von Müffling aus seiner Vermessung (Astr. Nachr. N. 27) gefolgert hat, nämlich

$\varphi = 50^\circ\ 56'\ 6''.7$ $\alpha = 274^\circ\ 21'\ 3''.18$ und $\Delta = 300817.48$ Toisen.

Ist hier log. b = 6.5133546 oder b = 3261028 Toisen, und log. e = 8.9054355, so findet man nach den vorhergehenden Ausdrücken

$$\omega = \frac{\Delta}{b \operatorname{Sin} 1''} = 5^\circ\, 17'\, 7''.14$$

$$\begin{array}{llll} \varphi' = 51^\circ\ 2'\ 8''.2 & & u' = -\ 8^\circ\ 23'\ 56''.94 \\ d\varphi' = & +4.57 & du' = & +\ 2\ \ 38\ .78 \\ \hline (\varphi') = 51\ \ 2\ 12.77 & & (u') = -\ 8\ \ 21\ \ 18\ .16 \end{array}$$

$$\log\left(-\frac{\operatorname{Sin}\alpha \operatorname{Cos}\varphi}{\operatorname{Cos}(\varphi)}\right) = 9.9996978$$
$$-24$$
$$\log \operatorname{Sin}(\alpha') = 9.9996954$$
$$(\alpha') = 87^\circ\ 51'\ 15''.7$$

Dieses Beispiel wählte Bessel, um es auf seine Auflösung dieser Aufgabe, die er mit seinem gewohnten Scharfsinne und mit seltener Eleganz ebenfalls auf alle höheren Potenzen der Excentricität fortführte, anzuwenden. Er fand (Astr. Nachr. Nr. 86) mit denselben Werthen von b und e diese Grössen

$$(\varphi') = 51^\circ\ \ 2'\ \ 12''.72$$
$$(u') = 8\ \ 21\ \ 19\ .04$$
$$(\alpha') = 87\ \ 51\ \ 15\ .52$$

also die Differenzen mit der vorhergehenden Berechnung

für (φ') . . . . . $0''.05$
(u') . . . . . $0\ .88$
(α') . . . . . $0\ .18$

so, dass daher die oben gegebene einfache Auflösung dieses Problems selbst bei dieser, in der Ausübung nie vorkommenden Distanz von nahe 79 deutschen Meilen noch der Wahrheit gemäss, und mit denjenigen Berechnungen, welche auch auf die höheren Potenzen der Ellipticität der Erde Rücksicht nehmen, übereinstimmende Resultate gibt.

II. Neue Eigenschaften der dreiseitigen Pyramide, von Leop. Schulz von Strasznicki, Adjuncten und Supplenten der Lehrkanzel der Physik und angewandten Mathematik an der Wiener k. k. Hochschule.

So viel man sich schon seit den ersten Zeiten unserer Wissenschaft mit den Eigenschaften des geradlinigen Dreieckes beschäftiget hat, so wenig kann man dieses in Bezug auf die Pyramide sagen. Die Ursache davon ist wohl die, dass die Behandlung der Eigenschaften letzterer für die synthetische Methode grösstentheils sehr schwer und äusserst weitläufig wird, daher beinahe über diesen Gegenstand nichts von besonderer Bedeutung bekannt war, bis Lagrange in seinem ungemein schönen Aufsatze (Nouveaux mémoires de Berlin. Année 1773 *) eine Methode lehrte, nach welcher sich die Pyramide beinahe mit derselben Leichtigkeit behandeln lässt, wie das geradlinige Dreieck. Obwohl seit dieser Zeit Euler, Monge, Hachette, Crelle, und viele andere treffliche Männer diesen Gegenstand vornahmen, so hoffe ich doch, dass die neuen Eigenschaften, welche ich hier mit-

---

*) Ein Auszug aus demselben befindet sich in dem zweiten Theile von Meier Hirsch's Sammlung geometrischer Aufgaben S. 341 etc. Da dieser Aufsatz in seiner Vollständigkeit bekannter zu werden verdient, als er es wirklich ist, und auch noch manche Erweiterungen zulässt, so habe ich eine Bearbeitung desselben unternommen, welche ich dem Publicum nächstens vorzulegen gedenke.

theile, für die Freunde der Wissenschaft nicht ganz ohne Interesse seyn werden.

Um mehr Einfachheit in die nachfolgenden Ausdrücke zu bringen, wollen wir mit Lagrange einen Eckpunct der Pyramide als Anfangspunct annehmen, und den drei andern die Coordinaten x, y, z; x′, y′, z′; x″, y″, z″ geben; ferner durch α, α', α'', w die Quadrate der Seitenflächen, und durch $\triangle$ den sechsfachen körperlichen Inhalt der Pyramide vorstellen.

Man kann sich eben so leicht wie beim Dreiecke überzeugen, dass der Schwerpunct die Eigenschaft hat, dass die Summe der Quadrate seiner Distanzen von den drei Ecken ein Minimum ist.

Sucht man eben so denjenigen Punct, für welchen die Summe der Quadrate seiner Perpendikel auf die vier Seitenflächen ein Minimum ist, so findet man für die Coordinaten dieses Punctes

$$p = \frac{\alpha x + \alpha' x' + \alpha'' x''}{\alpha + \alpha' + \alpha'' + w}$$

$$q = \frac{\alpha y + \alpha' y' + \alpha'' y''}{\alpha + \alpha' + \alpha'' + w}$$

$$r = \frac{\alpha z + \alpha' z' + \alpha'' z''}{\alpha + \alpha' + \alpha'' + w}$$

diesen Punct wollen wir den Minimumpunct nennen.

Die Aehnlichkeit der Ausdrücke für die Coordinaten des Minimumpunctes und des Mittelpunctes der eingeschriebenen Kugel ist auffallend; nur kommen bei erstern die Quadrate statt der einfachen Potenzen der Seitenflächen vor.

Wir finden uns daher veranlasst, eine allgemeinere Form für die Coordinatenausdrücke anzunehmen, so dass die des Minimumpunctes und des Mit-

telpunctes der eingeschriebenen Kugel als einzelne Fälle davon erscheinen. Diese allgemeinen Formen sind:

$$p = \frac{\alpha^n x + \alpha'^n x' + \alpha''^n x''}{\alpha^n + \alpha'^n + \alpha''^n + w^n}$$

$$q = \frac{\alpha^n y + \alpha'^n y' + \alpha''^n y''}{\alpha^n + \alpha'^n + \alpha''^n + w^n}$$

$$r = \frac{\alpha^n z + \alpha'^n z' + \alpha''^n z''}{\alpha^n + \alpha'^n + \alpha''^n + w^n}$$

Setzen wir hier $n = 1$, so ist, wenn wir der Kürze wegen einen Punct durch seine Coordinaten bezeichnen, (nqr) der Minimumpunct; für $n = \frac{1}{2}$ ist es der Mittelpunct der eingeschriebenen Kugel, und für $n = 0$ der Schwerpunct.

Und nun, noch allgemeiner zu werden, setzen wir

$$p = \frac{x f(\alpha) + x' f(\alpha') + x'' f(\alpha'')}{f(\alpha) + f(\alpha') + f(\alpha'') + f(w)}$$

$$q = \frac{y f(\alpha) + y' f(\alpha') + y'' f(\alpha'')}{f(\alpha) + f(\alpha') + f(\alpha'') + f(w)}$$

$$r = \frac{z f(\alpha) + z' f(\alpha') + z'' f(\alpha'')}{f(\alpha) + f(\alpha') + f(\alpha'') + f(w)}$$

oder

$$p = \frac{mx + m'x' + m''x''}{m + m' + m'' + n}$$

$$q = \frac{my + m'y' + m''y''}{m + m' + m'' + n}$$

$$r = \frac{mz + m'z' + m''z''}{m + m' + m'' + n}$$

wo m, m', m'' und n beziehungsweise Functionen von α, α', α'' und w seyn können.

Wir wollen nun im Allgemeinen die Eigenschaften dieses Punctes (pqr) untersuchen.

I. Verbinden wir (pqr) und (xyz), und untersuchen wir den Durchschnittspunct dieser Linie mit der Seitenfläche $\sqrt{\alpha}$.

Die Gleichungen dieser Verbindungslinie sind:

$$p - x_1 = \frac{p - x}{r - z}(r - z_1)$$

$$q - y_1 = \frac{q - y}{r - z}(r - z_1)$$

wo x, y, z die veränderlichen Coordinaten der Geraden bedeuten; um nun die Coordinaten des verlangten Durchschnittspunctes zu erhalten, werde ich die Seitenfläche $\sqrt{\alpha}$ zur Ebene xy machen, also

$z' = z'' = o$ setzen, woraus

$$x_1 = \frac{m'x' + m''x''}{m' + m'' + n}, y_1 = \frac{m'y' + m''y''}{m' + m''n} \text{ folgt.}$$

Ein specieller Fall davon ist

$$x_1 = \frac{\alpha'^n x' + \alpha''^n x''}{\alpha'^n + \alpha''^n + w^n} \; y_1 = \frac{\alpha'^n y' + \alpha''^n y''}{\alpha'^n + \alpha''^n + w^n}$$

dieser Durchschnittspunct hat daher die Eigenschaft, dass wenn er mit den drei Ecken des Dreiecks $\sqrt{\alpha}$ verbunden wird, Dreiecke entstehen, die sich wie die 2n=kten Potenzen der anliegenden Seitenflächen verhalten, und da dieses für jede Seitenfläche gilt, so kann man allgemein sagen:

Bestimmt man in jeder Seitenfläche einen Punct so, dass drei Dreiecke entstehen, die sich wie die kten Potenzen oder bestimmte Functionen der anliegenden Seitenflächen verhalten, und verbindet diese Theilpuncte mit den gegenüberstehenden Eckpuncten, so

schneiden sich diese vier Linien in einem einzigen Puncte.

II. Legt man durch (pqr) und die Puncte (x′y′) um (x″y″) eine Ebene, so fragt es sich, welche Winkel diese Ebene mit den Seitenflächen $\sqrt{\alpha'}$, $\sqrt{\alpha''}$, bilde. In dieser Beziehung findet man; wenn E die erlangte Ebene bedeutet

$$\frac{\sin(E\alpha)}{\sin(E\alpha')} = \frac{m}{m'} \cdot \frac{\sqrt{\alpha'}}{\sqrt{\alpha}}$$

daher auch

$$\frac{\sin(E\alpha)}{\sin(E\alpha)'} = \frac{(\sqrt{\alpha})^n}{(\sqrt{\alpha'})^n} \text{ oder } \frac{(\sqrt{\alpha'})^n}{(\sqrt{\alpha})^n} \text{ oder } \frac{f(\alpha)}{f(\alpha')}$$

Da nun dieses in Bezug auf jede Seitenfläche gilt, so kann man sagen:

Theilt man jeden Winkel zweier Seitenflächen durch eine Fläche so, dass die Sinusse der entstehenden Winkel sich gerade oder verkehrt wie die kten Potenzen oder bestimmte Functionen der anliegenden Seitenflächen verhalten, so schneiden sich diese sechs Ebenen in einem einzigen Puncte.

III. Wir wollen ferner sehen, in was für einem Puncte die Kante in welcher (xy) und (x′y′) sind, durch die betrachtete Ebene geschnitten werde. Heissen $\sqrt{s}$ und $\sqrt{t}$ die zwei Stücke, in welche diese Kante getheilt wird, so findet man:

$$\frac{\sqrt{s}}{\sqrt{t}} = \frac{m'}{m}$$

$$\text{daher } \frac{\sqrt{s}}{\sqrt{t}} = \left(\frac{\sqrt{\alpha'}}{\sqrt{\alpha}}\right)^n \text{ oder } \left(\frac{\sqrt{\alpha}}{\sqrt{\alpha'}}\right)^n \text{ oder } \frac{f(\alpha)}{f(\alpha')}$$

dieses gilt in Bezug auf jede Kante. Theilt man daher jede Kante im geraden oder verkehrten Verhältnisse der nten Potenzen oder anderer Functionen der Seiten-

flächen, und legt durch den Theilungspunct und die gegenüberstehende Kante eine Ebene, so schneiden sich diese sechs Ebenen in einem Puncte.

IV. Untersuchen wir endlich die Winkel, welche die Verbindungslinien der Eckpuncte und des Punctes (pqr) mit den Seitenflächen bilden. Heisst die Linie von (pqr) zum Anfangspuncte a, so hat man:

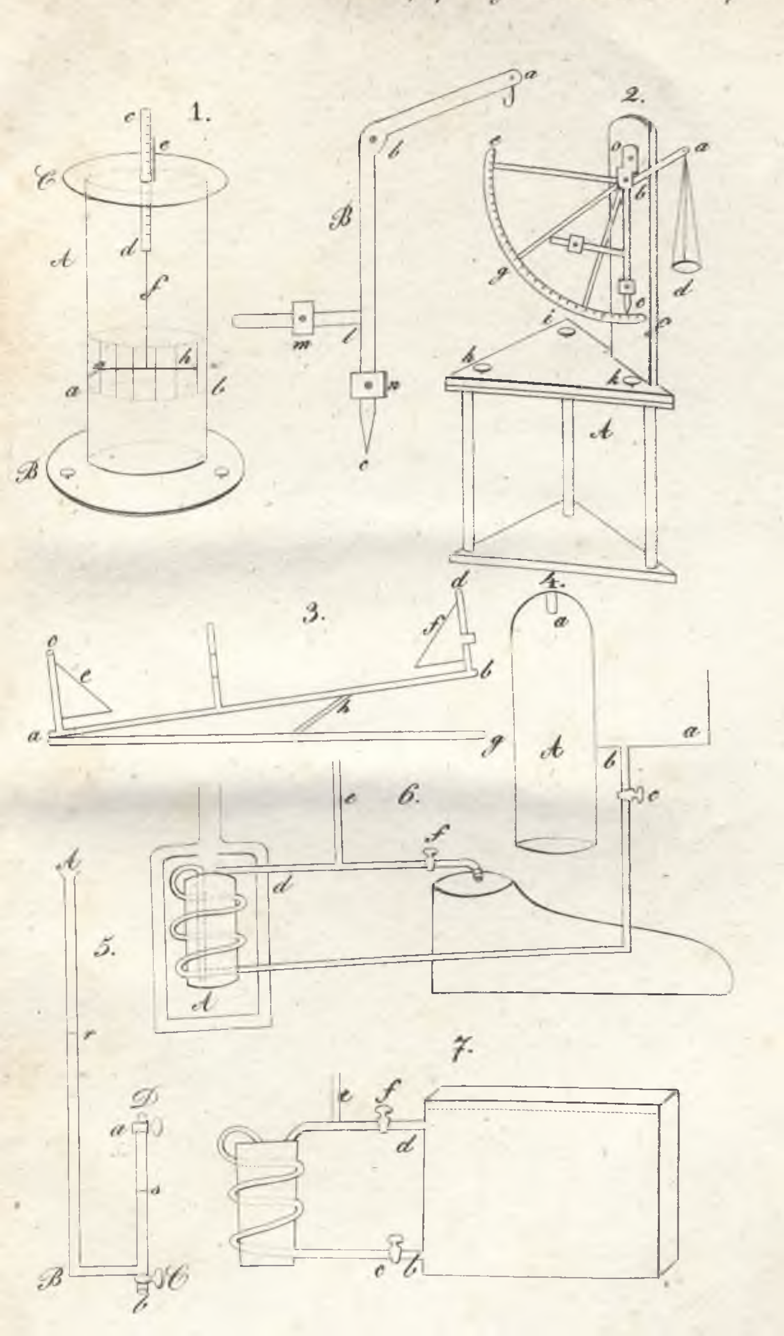
$$\frac{\sin(\alpha.1)}{\sin(\alpha'.1)} = \frac{m}{m'} . \frac{\sqrt{\alpha'}}{\sqrt{\alpha}}$$

$$\frac{\sin(\alpha.1}{\sin(\alpha''.1} = \frac{m}{m'} . \frac{\sqrt{\alpha''}}{\sqrt{\alpha}} .$$

daher $\frac{\sin(\alpha.1)}{\sin(\alpha'.1)} = \left(\frac{\sqrt{\alpha'}}{\sqrt{\alpha}}\right)^n$ oder $\left(\frac{\sqrt{\alpha}}{\sqrt{\alpha'}}\right)^n$ oder $\frac{f(\alpha)}{f(\alpha')}$

$\frac{\sin(\alpha.1)}{\sin(\alpha''.1)} = \left(\frac{\sqrt{\alpha''}}{\sqrt{\alpha}}\right)^n$ oder $\left(\frac{\sqrt{\alpha}}{\sqrt{\alpha''}}\right)^n$ oder $\frac{f(\alpha)}{f(\alpha'')}$

Es gilt daher folgender allgemeine Satz. Theilt man jeden Eckwinkel so, dass die Sinusse der Winkel der Theilungslinien mit den Seitenflächen sich gerade oder verkehrt wie die kten Potenzen oder andere Functionen der Seitenflächen verhalten, so schneiden sich diese vier Theilungslinien in einem einzigen Puncte.


1.
c
e
C
A
d
f
h
a
b
B
2.
a
b
B
e
o
g
d
l
m
n
c
i
k
A
3.
c
e
d
f
b
h
a
g
4.
a
A
b
c
5.
A
r
D
a
s
B
C
b
6.
e
f
d
A
7.
e
f
d
c
b

